



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN PLACHETNICE

DESIGN OF SAILING BOAT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. BARBORA KŘÍŽOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. LADISLAV KŘENEK,
Ph.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Barbora Křížová

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design plachetnice

v anglickém jazyce:

Design of Sailing Boat

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu plachetnice. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design plachetnice.

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, designérský poster, ergonomický poster, technický poster, model

Výstup RIV: funkční vzorek

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.
TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 15.11.2012

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Předmětem mé diplomové práce je návrh a analýza plachetnice, a to v souladu s ergonomickými, technickými a estetickými požadavky. Cílem je vytvořit takovou plachetnici, která je po stránce designu zajímavá, moderní a ponese potenciál do budoucnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Plachetnice, loď, plavidlo, jachta, design, křídlo

ABSTRACT

The topic of this master's thesis is design and analysis of a sailing boat in accordance with ergonomic and technological requirements. The goal is to create a sailing boat, which will be modern, visually interesting and which will take future development of both design and technology into account.

KEYWORDS

Sailing boat, sailing ship, vessel, sailing yacht, sail, design, wing, wing-sail

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KŘÍŽOVÁ, B. *Design plachetnice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 80 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design plachetnice zpracovala samostatně a veškeré použité zdroje jsou řádně uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za neocenitelnou pomoc a podporu nejen při realizaci této diplomové práce. Díky nim jsem mohla bez obav pět let studovat to, co mě baví a zdárně své studium dovést až ke konci.

Také děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi ArtD. za cenné rady a připomínky.

OBSAH

ABSTRAKT	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	7
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI	9
PODĚKOVÁNÍ	11
OBSAH	13
ÚVOD	17
1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA	19
1.1 Lodě starověku (2000-1000 př. n. l.)	19
1.1.1 Egypt	19
1.1.2 Fénicie	19
1.2 Antické plachetní lodě (1000 př. n. l. – 400 n. l.)	20
1.2.1 Řecko	20
1.2.2 Římská říše	20
1.2.3 Byzantská říše	20
1.3 Lodě středověku	20
1.3.1 Vikingové	21
1.3.2 Hanza	21
1.4 15. století	22
1.4.1 Státy Pyrenejského poloostrova	22
1.4.2 Italské státy	23
1.5 Zlatý věk (16. – počátek 19. století)	23
1.5.1 Nové námořní velmoci	24
1.6 Nová doba (19. století)	25
1.7 Moderní lodě	26
2 TECHNICKÁ ANALÝZA	27
2.1 Základní fyzikální principy plavby	27
2.1.1 Vztlak a odpor	27
2.1.2 Stabilita	28
2.2 Stavba trupu	28
2.3 Materiál	29
2.3.1 Dřevo	29
2.3.2 Skl laminát	29
2.3.3 Kov	30
2.3.4 Ferrocement	30
2.3.5 Kompozity	31
2.4 Takeláž	31
2.4.1 Klasické oplachtění	32
2.4.2 Pevná křídla	32
2.5 Rozvody	33
2.5.1 Rozvod vody	33
2.6 Vzduchotechnika (ventilace)	35
3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA	36
3.1 Charakteristika konstrukčně daného tvaru	36

3.2	Vybraná zajímavá řešení plachetnic	36
3.2.1	Wally Yacht 143 Esense	37
3.2.2	Grand Soleil 43‘	37
3.2.3	Conrad 115 Yacht	38
3.2.4	Marlin Solar Sailing Yacht	38
3.2.5	Eryd Open	39
3.2.6	Maltese Falcon	40
3.2.7	Hydrofoil Sailing Yacht	40
3.2.8	Super SailYacht „Green Jet“	41
3.2.9	Lila Lou Design	41
3.2.10	Létající jachty	42
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	43
4.1	Design křídla	44
4.2	Design trupu	45
4.3	Ověření pomocí koncepčního modelu	46
4.4	Design nástavby, kokpitu a zádě	46
4.5	Finální varianta	48
5	ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	49
5.1	Prostorové rozvržení lodi	49
5.2	Ovladače	50
5.3	Bezpečnost	51
5.4	Zorné podmínky	52
6	TVAROVÉ A KOMPOZIČNÍ ŘEŠENÍ	54
6.1	Funkční tvarování	54
6.1.1	Trup	54
6.1.2	Takeláž	54
6.2	Volné tvarování	55
6.2.1	Nástavba	56
6.2.2	Kokpit	56
6.2.3	Výklopná plošina	57
6.2.4	Zád’	57
7	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ	59
7.1	Základní parametry	59
7.2	Trup	60
7.3	Křídlo	60
7.3.1	Hydraulika	60
7.3.2	Nastavení křídel vůči větru	61
7.3.3	Fotovoltaika	62
7.4	Nádrže	62
7.5	Motor	63
7.6	Kotevní mechanismus	63
8	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	65
8.1	Barva trupu	65
8.2	Křídlo	66
8.3	Paluba	66
8.4	Detaily	67
8.5	Grafika	67
9	DALŠÍ FUNKCE DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU	69

9.1	Psychologická funkce	69
9.2	Sociální funkce	69
9.3	Ekonomická funkce	70
ZÁVĚR		71
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		72
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ OBRÁZKŮ		74
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ		78
SEZNAM PŘÍLOH		80

ÚVOD

Téma této diplomové práce jsem si zvolila sama. Důvodem byl nejen zájem o historické plachetní lodě, ale také jejich nejmodernější řešení a koncepty. Pro člověka z vnitrozemního státu je možnost návrhu plachetnice jedinečnou příležitostí, kterou by bylo škoda nevyužít. Důležitým argumentem byla také osobní zkušenost při plavbě tímto typem lodi. Díky tomu jsem mohla do návrhu přispět osobními zkušenostmi, které jsem během plavby získala a bez nichž bych si těžko uvědomovala veškeré zákonitosti, které na plachetnicích platí.

Cílem této diplomové práce je tedy návrh plachetnice, a to tak, aby splňovala důležitá ergonomická, technická a bezpečnostní kritéria. Důraz je kladen zejména na estetickou kvalitu a tvůrčí nápad. Snažila jsem se navrhnout loď moderní, konkurenceschopnou s vidinou budoucího vývoje v této oblasti.

1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

1

Historie plachetních lodí je velice rozsáhlá a není možné tu obsáhnout všechny důvody a potřeby jejich vzniku a zdokonalování. V této kapitole se tedy zaměřím spíše na jednotlivé lodě, které byly ve své době pokrokové, a nebudu se příliš zabývat historickými souvislostmi.

V této kapitole čerpám převážně ze zdroje [1] a dále ze zdrojů [2][3][4].

1.1 Lodě starověku (2000-1000 př. n. l.)

1.1

Mezi významné stavitele lodí v období starověku patří nepochybně Egyptané, Féniciané a Kartaginští. Stavba a materiál lodí těchto národů se ovšem lišily v závislosti na zeměpisné poloze národa a zásobou jejich surovin.

1.1.1 Egypt

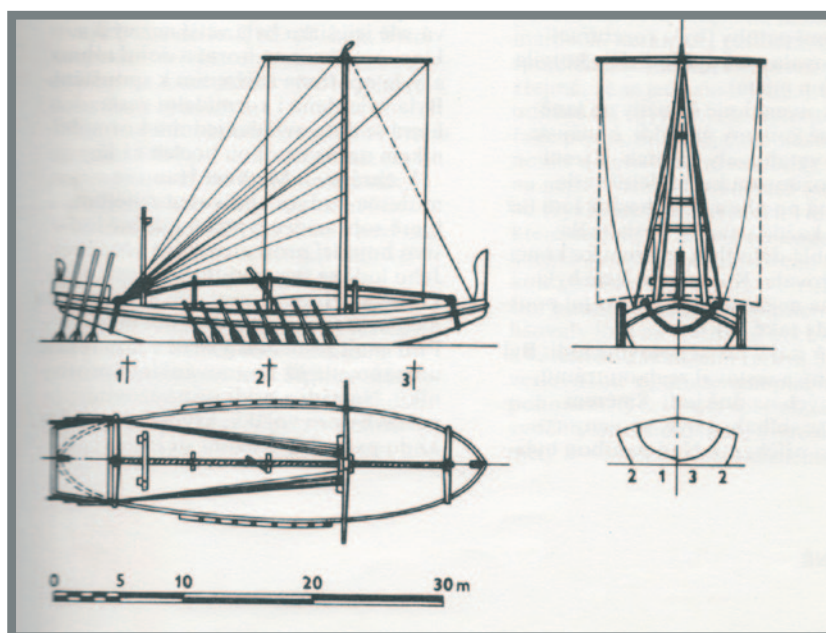
1.1.1

Mezi nejstarší lodě světa patří bezesporu egyptské rákosové čluny, které se stavěly již někdy od pátého tisíciletí před naším letopočtem. Tyto lodě se vyznačovaly plochým dnem a zvýšenou přídělí i záďí. Čluny byly zpočátku poháněny pouze vesly, později přibývalo jednoduché ráhnové oplachtění. Je až s podivem, že typově velice podobná plavidla brázdí řeku Nilu dodnes.

1.1.2 Fénicie

1.1.2

Féniciané byli velcí obchodníci a moře využívali k obchodním účelům. Na rozdíl od Egyptanů měli k dispozici kvalitní dřevo, jež využívali jako stavební materiál. Je tedy velmi pravděpodobné, že právě Féniciané přišli s novým tvarem a konstrukcí trupu, který se skládal z vnitřní kostry a venkovní obšívky. Už i nejstarší lodě měly kýl. Jejich lodě byly celkově na vyšší úrovni než lodě egyptské a pyšnily se i lepšími plavebními vlastnostmi.



Obr. 1-1 egyptská loď

1.2 Antické plachetní lodě (1000 př. n. l. – 400 n. l.)

Dalšími významnými mořeplavci a staviteli lodí jsou Řekové a Římané. Navíc díky historickým nálezům více či méně povedených nákresů a maleb a ze zmínek v dobové literatuře si můžeme udělat mnohem lepší představu o stavu antického loďstva.

1.2.1 Řecko

Řekové začínali kopiemi lodí fénických, které postupně zdokonalovaly. Řecké lodě byly již například opatřeny jednou nebo dvěma kotvami, které byly umístěny v přední části lodi. Vrcholem řeckého stavitelství byly obrovské válečné lodě až 40 m dlouhé s výtlačkem až 200 tun, tzv. triéry (název je odvozen od třech řad veslařů nad sebou, jimiž loď disponovala). Tyto lodě měly také pouze jedinou plachtu a proto bylo potřeba tak velkého množství veslařů.



Obr. 1-2 reliér řecké triéry



Obr. 1-3 athénská triéra

1.2.2 Římská říše

S větším posunem ve vývoji lodí přišli až Římané, i když s budováním loďstva začali až ve třetím století před naším letopočtem a jejich první lodě byly velice podobné lodím řeckým, neboť využívali umění a zkušenosti řeckých loďmistrů. Římané již měli mnoho typů lodí a každou z nich používali ke specifickému účelu, k němuž byla vyrobena. Začali využívat nový typ šikmého ráhna, tzv. latinské plachtoví, který s velkou pravděpodobností převzali od Arabů. Tento typ oplachtění umožňoval pohodlné křižování proti větru.

1.2.3 Byzantská říše

Další významnou říší ve vývoji lodí byla říše Byzantská. Byzantské lodě vycházely z lodí římských a spojením dvou typů jejich lodí vznikl tzv. Dromón. Stejně jako u svých předchůdců se i lodě Byzance pohybovaly převážně pomocí síly veslařů a loď byla opatřena pouze jedním stěžněm s plachtou, ovšem s narůstající délkou dromonů se zvyšoval i počet stěžňů a světlo světa spatřily tak i kolosy se třemi stěžni. Plachty byly obdélníkové nebo trojúhelníkové (latinské).

1.3 Lodě středověku

Pád západořímské říše znamenal i celkový kulturní a vývojový pokles. A se stavbou lodí to bylo to samé, začínalo se od začátku. Ovšem tentokrát začátky nového rozvoje loďního průmyslu drží ve svých rukou sever.

1.3.1 Vikingové

Na severu působilo mnoho různých kmenů, zajisté nejpokročilejšími z nich ve stavbě lodí byli Vikingové. Ti ovládli světové vody svými drakkary a snekkary. Bezkonkurenčně nejznámější jsou drakary – dračí lodě (dreki, drageskibe – dánsky). Své jméno dostaly po vyřezávané ozdobné dračí hlavě, kterou nosily lodě na přídi. Vikinské plachetnice se v podstatě vyrovnaly těm římským – byly to jednoráhnové lodě s obdélníkovou plachtou, které se navíc poháněly i vesly. Vikinské lodě se vyznačovaly nízkým ponorem a díky tomu byly schopny lépe využít síly veslařů a dosahovaly tak i vyšší rychlosti.



Obr. 1-4 vikinský langskip

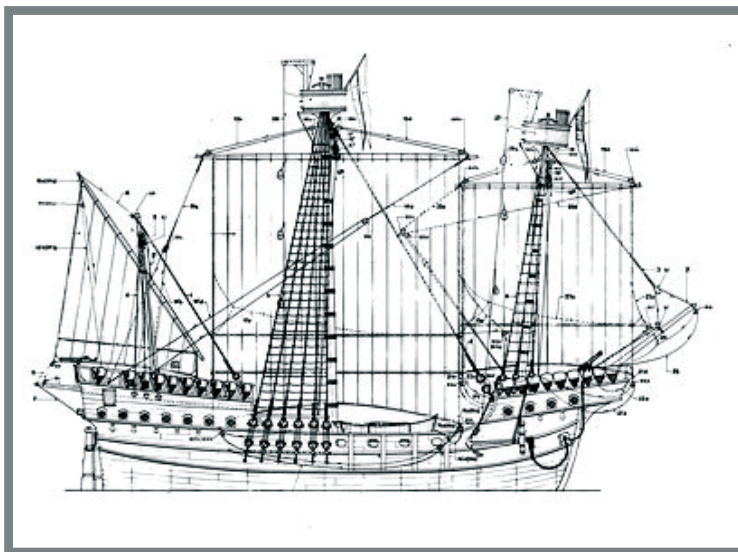
1.3.2 Hanza

Vikinský národ se nikdy nestal velmocí a tak ho v oblasti mořeplavby postupně začaly vytlačovat nově vznikající feudální státy v Evropě. Nastala doba rytířů a pro jejich přepravu i s koňmi už plachetní veslice nestačily, a tak moře začaly brázdit čistě plachetní lodě. Avšak až do čtrnáctého století státy nedisponovaly vlastním válečným námořnictvem a v případě potřeby si loďstvo vypůjčily od přímořských měst. Jak poptávka stoupala, bohatla i města. Významná obchodní města tedy vytvořila spolek známý pod názvem Hanza. Hanza stavěla kvalitní lodě, a tak není divu, že se stala námořní velmocí té doby.

Původní plachetnice hanzy čerpaly vzor u Vikingů. V tomto období už vznikají skutečné válečné lodě, které se vyvíjely z lodí obchodních. Jednalo se o tzv. hulk a kogu a tyto lodě se souběžně vyvíjely až do 14. století. Je tedy jasné, že obě lodě prošly za léta vývoje značnou proměnou. Hulk i koga byly konstrukčně dosti podobné, avšak hulk disponoval větší nosností a vždy měl zvýšené kastely na přídi a zádi, a to z bojových důvodů. Hulk se vyvinul na třístěžňovou loď, kde na konci každého stěžně byl strážní koš. Dva přední stěžně nesly vždy po jedné obdélníkové plachtě, na zadním stěžni byla umístěna plachta latinská.

Nejznámějším plavidlem hanzy na severu středověké Evropy byla bezesporu koga. Také koga prošla v průběhu svého „života“ mnoha změnami. Z původního jednostěžníku se stal na počátku 15. století trojstěžník. Ale již dříve se kogy pyšnily důležitý-

mi stavebními prvky jako je skutečné kormidlo, provazové žebříky, nástavby a kajuty. Tím se také zvýšil ponor a stabilita celé lodě.



Obr. 1-5 koga

1.4 15. století

Začátkem 15. století se začala objevovat první děla a díky tomu se změnily i požadavky na konstrukci. Lodě musely být hlavně pevnější a těžší, aby odolaly zásahům z děl. I zpětný náraz měl neblahý vliv na dřívější konstrukce lodí.

1.4.1 Státy Pyrenejského poloostrova

Karavela a karaka, tak se nazývaly nové lodě pyrenejských států, které vznikly z italských obchodních lodí. Karaka byla zajisté největší a nejtěžší lodí středověku a přišla s mnohými novými konstrukčními prvky jako například zrcadlo na zádi, vylepšené lanoví a jiný typ obšívky, díky čemuž mohly karaky dosahovat větších rozměrů. Karaka byla vícepalubová plachetnice, která disponoval větším množstvím plachet. Přednos-



Obr. 1-6 karaka

tí karaky bylo také dokonalejší oplachtění, tři stěžně nesly původně po jedné plachtě, ale později se začínají objevovat ve výbavě i plachty další. Také zád' se musela konstrukčně zcela změnit, protože karaky byly vyšší. Kormidelní páka se musela prostrčit otvorem na zádi do vnitřku lodi. K běžnému vybavení patřilo i několik kotev, pumpy na vodu a svítilny.

Menším typem plachetnice byla karavela. Měla skutečně dobré nautické vlastnostmi a k její charakteristice nepochybně patří pevnost, rychlost a štíhlost trupu. Karavely se dělí na dva podtypy podle použitého plachtoví. Starší typ měl latinské plachtoví na všech třech stěžních. Druhý typ karavely používal v kombinaci jak plachty latinské, tak čtverhranné.

1.4.2 Italské státy

1.4.2

Také italské státy budovaly své loďstvo, které v době své největší slávy bylo opravdu impozantní (Benátky měly až 1000 lodí). Tyto lodě ale byly do jisté míry specifické, protože se nepodobaly lodím hanzovním, ale šly svou vlastní cestou po vzoru antických a byzantských lodí. Základní válečnou lodí byla galéra. Jednalo se o veslici s jednou plachtou (latinskou). Využívala se až do 19. století a to zejména v přístavech, kde měly velké plachetní lodě problémy s manévrováním.

1.5 Zlatý věk (16. – počátek 19. století)

1.5

Během 16. století dochází k rozvoji průmyslu, také se zvyšuje potřeba mezinárodního obchodu a cesta po moři byla nejlevnější a nejrychlejší. To vedlo k velkému rozmachu námořních sil a to jak v oblasti obchodních, tak bitevních lodí. Velké pokroky zaznamenal i zbrojní průmysl, a tak se opět musela trochu změnit stavba lodí, která se musela přizpůsobit novému systému vedení války.



Obr. 1-7 španělská galeona

Jeden z prvních typů lodí, který měl potenciál se dále vyvíjet, byla galeona. Galeona byla první čistě válečnou plachetní lodí. Zád' měla ukončenou zrcadlem, měla závěsné kormidlo, ovšem stále se ovládalo kormidelní pákou. Loď byla dokonalejší lodí také v mnoha detailech – na vnějšku obšívky se objevují vyztužující trámy, umístění děl do podpalubí a s tím spojené otevírací střílny, a také postupné zlepšování zábradlí s ohledem na bezpečnost a ochranu posádky. Největším pokrokem ale prošlo oplachtění. Na stěžních se objevily čnělky a v případě bouřlivého počasí je bylo možné demontovat, tím pádem zkrátit stěžeň a snížit tak pravděpodobnost přelomení stěžně.

1.5.1 Nové námořní velmoci

V 16. století byly ještě hlavními velmocemi státy pyrenejského poloostrova – Španělé a Portugalci. To se ale postupně mění a k moci se dostávají hned tři nové námořní velmoci a to Anglie, Francie a Nizozemsko.

Boj o kolonie a nadvládu na moři vyžadoval nový přístup k otázkám budování námořního loďstva. Hlavní sílu námořnictva v té době tvořily řadové lodě (název vychází z toho, že tyto lodě bojovaly v řadách), zpravidla se jednalo o velká plavidla. Když se podíváme na rozměry řadových lodí podrobněji, jednalo se o lodě délky od 40 do 65 metrů, šířky od 10 do 15 metrů. Výtlak se pohyboval v rozmezí od 600 do 2500 tun a ponor od 4 do 7 metrů. Co se posádky týče, menší řadové lodi nesly 400 mužů, ty největší pak až 900 mužů. Výzbroj obsahovalo 40-120 děl opět podle velikosti lodi s tím, že na větších lodí byla děla umístěna na více palubách (největší řadové lodě měli až 3 paluby). Vývoj lodí již neprobíhal tak rychle jak tomu bylo doposud, dosáhl totiž svého vrcholu (zejména v oblasti zpracování dřeva) a jediné, co bylo možné upravo-



Obr. 1-8 řadová loď HMS Victory

vat, byly různé detaily. Mluvíme-li tedy o řadových lodích, mluvíme vlastně o galeonách a jejich modifikacích.

Největším vývojem prošla takeláž válečných lodí. Nejdříve se zvětšovala plocha plachet, s čímž šlo ruku v ruce zvětšování samotných lodí, později se zvětšoval i počet plachet. Koncem 17. století se začaly objevovat závětrovkové plachty, což byly přídatné boční plachty obdélníkového nebo kosodélníkového tvaru.

Na počátku 18. století řadové lodě procházely naoko drobnými konstrukčními změnami, které ale měly veliký vliv na nautické vlastnosti lodí. Změnil se průřez trupu, snížily se nástavby, také se změnila vlastní konstrukce trupu. Další vývoj šel směrem k obšívce lodi tak, aby se v co největší míře zabránilo porůstání trupu faunou. V druhé polovině 17. století se poprvé objevila obšívka z olověných plátů, která se ovšem neosvědčila (mezi pláty a hřeby docházelo elektrolyzou k porušení) a vrátilo se k ní až kolem roku 1783, kdy se loď obíjela měděným plechem a přibíjela se rovněž měděnými hřeby. Typickým případem lodi z tohoto období je světoznámá loď britského námořnictva – Victory.

Zásadní novinkou, která vedla ke zdokonalení řízení lodi, bylo zavedení kormidelního kola. Poprvé se objevilo kolem roku 1705. Zmenšuje se i celková výzdoba lodí. Zdokonalením prošla také takeláž. Na čelenu se objevila čnělka, na kterou byl připevněn stěh předního stěžně, který nesl kosatku, která nahradila přední blindu. Zadní latinskou plachtu nahradila vratiplachta. Ke konci 18. století se objevilo ještě další patro plachet, tzv. plachty královské. Tak skončil vývoj plachet námořního válečného oplachtění. Na těch největších lodí ho tvořilo 37 plachet různého tvaru.

1.6 Nová doba (19. století)

1.6

Roku 1815 končí dlouhá řada válek, které se rozhodovaly na moři. Velké řadové lodě se prakticky nestavěly a menší plavidla plnila úlohu převážně objevitelskou. I přesto se úroveň lodního stavitelství stále zvyšovala.

Anglický konstruktér sir Robert Sepping přišel s novým typem konstrukce. Jednalo se o systém diagonálního žebrování, zpevněného železnými pásy. Tato konstrukce zpevnila trup a umožnila tak stavbu lodí nevídaných rozměrů. Lodě byly plně podřízeny své funkci a tak upustily od své dřívější zdobnosti a ušlechtilosti. Změnil se i průřez trupu, pod hladinou vody více připomínal písmeno V, díky čemuž byly lodě schopny dosáhnout vyšší rychlosti. Změnily se také proporce lodí, lodě byly štíhlejší a delší, a to také vedlo ke zvýšení rychlosti, i když nesly větší zátěž.

19. století se však nese v duchu průmyslové revoluce a plachetní lodě postupně uvolňovaly místo novým lodím, které využívaly jiného typu pohonu – páry. Začaly se objevovat určité hybridní lodě, které využívaly k pohonu jak páru, tak plachty. U obchodních lodí se parní pohon rozšiřoval celkem rychle a v polovině 19. století se začalo používat parního pohonu i u bojových jednotek. Tyto lodě však nesly i plné oplachtění, zejména kvůli časté poruchovosti, a tak se parní pohon využíval převážně při bezvětří a v bojích, jinak se stále jezdilo na plachty. Dalo by se říci, že parní plachetnice byly přechodovým článkem mezi plachetnicemi a parníky. Eventuelně však čistě par-

ní stroje postupně vytlačily plachetnice a ty už se dále používaly jen jako rekreační či závodní plavidla.

1.7 Moderní lodě

Jelikož doba po úpadku plachetních válečných lodí přinesla mnoho novinek do oblasti konstrukce lodí, a to zejména po světových válkách, je téměř nemožné vyjmenovat všechny lodní typy, které dnes brázdí světová vodstva. V poslední době se taky nebývale velkému zájmu těší rekreační plachtění, protože je stále více dostupné i obyčejným lidem.

Doba válečných plachetních lodí sice skončila, nicméně některé obchodní a rybářské lodě stále plachty využívaly a to ať už v kombinaci s jiným pohonem nebo ne. Díky novým materiálům se mohly stavět lodě nevídaných rozměrů, stejně jako lodě na dřívější poměry nebývale lehké. Samotnou kapitolou jsou pak takzvané plnoplachetníky. Jedná se o obrovské lodě nesoucí velké množství plachet, mnohdy i na pěti a více stěžních. Krásným příkladem plnoplachetníku je loď *Preussen*, kterou postavila roku 1902 německá loděnice. Byla to největší loď světa bez přídavného motoru a honosila se pěti stěžni, každý s šesti ráhny. Loď tak mohla napnout až 43 plachet o rozloze 5560 metrů čtverečních.



Obr. 1-9 německý plnoplachetník *Preussen*

2 TECHNICKÁ ANALÝZA

2

Návrh plachetnice, je soubor mnoha technických problémů – od správného tvarosloví trupu až po výběr vhodné kotvy. Nejdůležitějším z nich je ale bezesporu stavba trupu a takeláže.

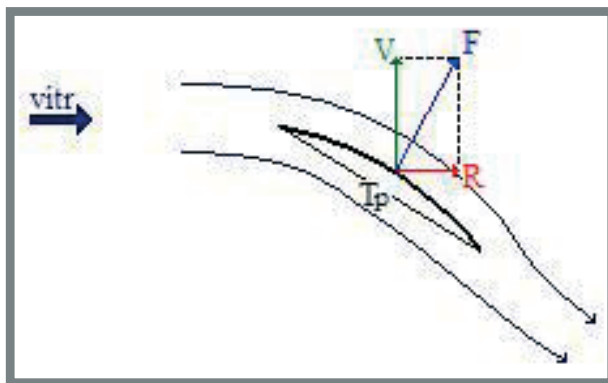
2.1 Základní fyzikální principy plavby

2.1

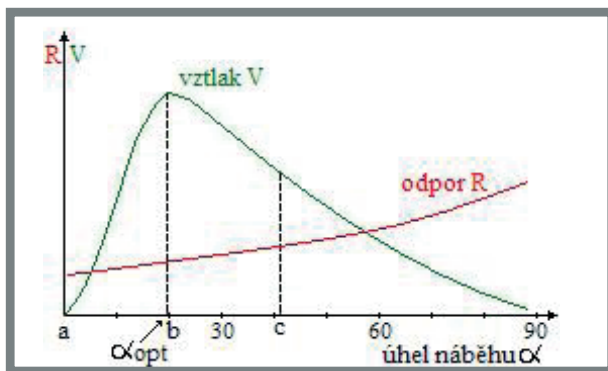
2.1.1 Vztlak a odpor

2.1.1

Hlavním pohonem plachetnice jsou plachty, které dodávají plavidlu potřebnou energii, nutnou k pohybu vpřed. Tato energie je získávána z větru. Plachta plachetnice funguje na stejném principu jako křídlo u letadla, to znamená, že hlavní hnací silou je vztlaková síla. Vítr obtéká plachtu na návětrné straně (strana, odkud vane vítr) pomaleji – vzniká přetlak, kdežto na závětrné straně proudí vítr rychleji a vytváří podtlak. Obecně platí, že čím se rychlost zvyšuje, tím nižší je v místě tlak. Další důležitou silou, působící na loď, je odpor. Sečtením těchto dvou sil pak získáme výslednou sílu, která loď pohání [5][6].



Obr. 2-1 síly působící na plachtu (V - vztlak, R - odpor, F - výsledná síla působící na plachtu, I_p - aerodynamické těžiště plachty)



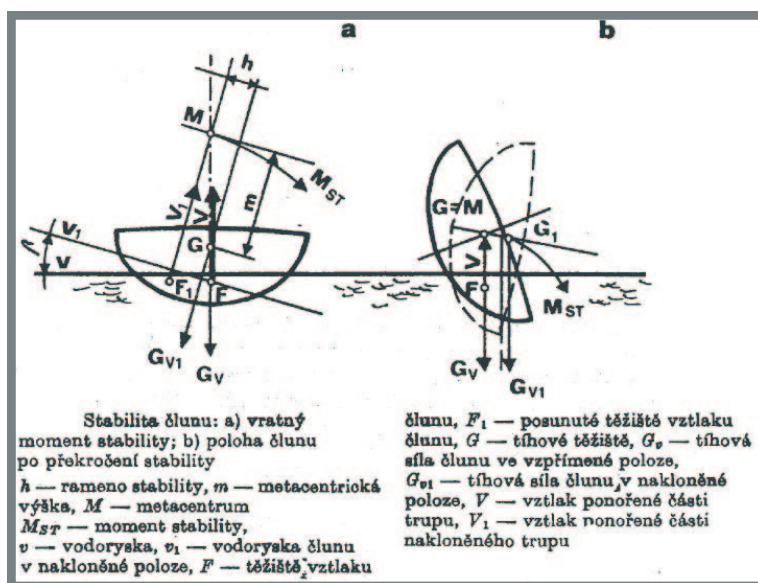
Obr. 2-2 závislost vztlaku a odporu na úhlu náběhu

Plachetnice je schopna plout všemi směry kromě směru přímo proti větru. V tomto případě je nutné proti větru křížovat, tzn. střídavě plout šikmo na vítr zprava a zleva. Při přechodu větru z jedné strany plachet na druhou se provádí obrat proti větru a je potřeba přeskládat plachty na druhou stranu [5].

2.1.2 Stabilita

„*Stabilita lodi je rovnováha lodi, schopnost trupu zachovávat svou polohu.*“ [Plachetnice, Jiří Vrátný a kol.] Stabilita je dána momentem sil, působícím na trup.

Při plavbě se vítr opírá silou do plachet, což má za následek naklánění plachetnice. Aby se loď nepřevrátila, je nutné působit na loď protisilou, která loď vyrovnává. U malých lodí je důležitým faktorem, který ovlivňuje celkovou stabilitu lodě, vyvažování posádky. Neméně důležitý je i tvar trupu, zatímco trup tvaru U má velkou počáteční stabilitu, poměrně brzy se stává labilní. Tvar trupu písmene V má nízkou počáteční stabilitu, snadno si i naklání, ale jeho konečná stabilita je větší. Celková stabilita lodi se zvyšuje s níže položeným těžištěm. To je důvod, proč kýlové lodě nesou balast (závaží ve spodní části lodi) [5][7].



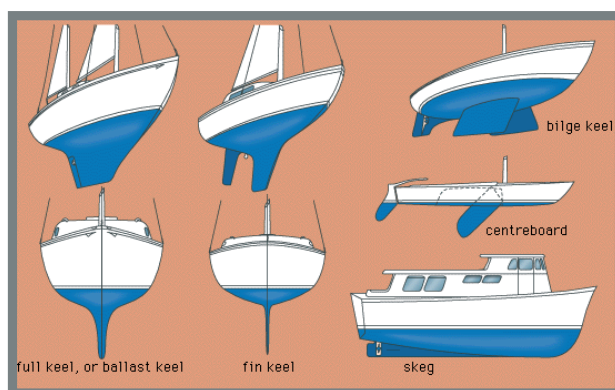
Obr. 2-3 stabilita člunu

2.2 Stavba trupu

V současné době je vyvinuto mnoho typů trupů, avšak s ohledem na to, kde se bude loď plavit, se zaměříme pouze na některé z nich. Mnou navrhovaná loď je určena pro přímořskou plavbu v oblasti Středozemního moře, proto se budeme bavit o plachetnicích kýlových. Kýlová plachetnice je taková, kde lodní trup vybíhá do pevného kýlu, který je ve své nejnižší části zatížen – nese takzvaný balast. Nevýhodou tohoto typu je hlubší ponor, výhodou je, že plachetníci s takovým trupem je téměř nemožné převrátit. Těžký balast totiž vyvažuje celou plachetnici a vrací ji zpět do vzpřímené polohy. Hmotnost zátěže (balastu) musí být přiměřená celkovému oplachtění a výtlačku lodi. Stanovuje se tak, že by neměla být menší než 30% celkového výtlačku plachetnice, v praxi to však často bývá mnohem víc. Hmotnost zátěže je důležitý faktor stability lodě. Dá se říci, že čím vyšší je poměr hmotnosti zátěže k celkovému výtlačku, tím více plachet může loď nést.

Kýlové plachetnice můžeme rozdělit do tří základních druhů. Jedná se o plachetnice s krátkým kýlem, s dlouhým kýlem a s bočními kýly. U moderních plachetnic se nejčastěji používá krátký kýl, jeho výhodou je větší rychlost a lépe se s lodí manévruje,

ovšem hůře drží směr. Plachetnice s dlouhým kýlem je pomalejší, protože pod vodou je větší omyvatelná plocha a má horší manévrovatelnost. Naproti tomu lépe drží směrovou stabilitu. Poslední skupinou jsou plachetnice s bočními kýly, jedná se o krátké kýly umístěné po obou stranách trupu. Plachetnice s takovým vybavením má horší plavební vlastnosti, její velkou výhodou je ovšem to, že v případě odlivu bezpečně a stabilně dosedne na dno. Proto je vhodná zejména do oblastí mělkého moře nebo tam, kde nastávají velké rozdíly mezi přílivem a odlivem [5].



Obr. 2-4 různé typy kýlů

2.3 Materiál

2.3

2.3.1 Dřevo

2.3.1

Dřevo je klasický materiál, používaný při stavbě lodí. I když ho dnes v mnohém předčí moderní materiály, některé lodě se stále vyrábějí výhradně ze dřeva. Dřevo vyžaduje značnou údržbu, aby se zabránilo hnilobě. Lodě plavící se po slané vodě, jsou tomuto jevu méně náchylné než lodě brázdící vodu sladkou. Kostra trupu se staví z tvrdého dřeva, které je pevnější a trvanlivější. U nás mezi tyto dřeva patří jasan a dub. Na obšívku se používá modřín, borovice, smrk, jedle, mahagon. Mezi nejoblíbenější dřevo pak patří teak, kterému jako jedinému přirozeně nevadí voda.



Obr. 2-5 dřevěný trup lodi

2.3.2 Sklolaminát

2.3.2

Laminát se skládá ze dvou složek, z pevné složky (skelná tkanina) a pojiva (polyesterová pryskyřice). Spojením obou složek vzniká tvrdý, houževnatý materiál. Je odolný

vůči povětrnostním a chemickým vlivům a nevyžaduje téměř žádnou údržbu. Nevýhoda laminátu je taková, že může dojít k oddělování složek (zvláště na starších lodích) a vzniku vzduchových bublin, čímž se výrazně zhoršují mechanické vlastnosti. Může tak dojít až k oddělení trupu od paluby a loď je náchylnější k proražení.



Obr. 2-6 poškozená laminátová loď

2.3.3 Kov

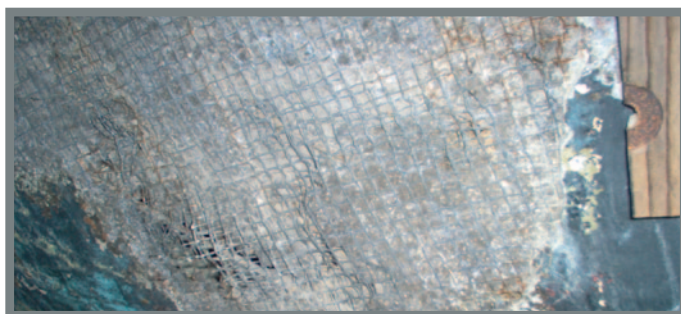
Ocelové lodě jsou vysoce odolné vůči mechanickému poškození. Největší nevýhodou je snadné rezavění a poměrně vysoká hmotnost. Další alternativou jsou proto lodě z hliníkových slitin, jedná se o slitiny hliníku s hořčíkem nebo manganem. Tyto lodě si uchovávají vlastnosti ocelových lodí, jejich velkou výhodou je ale nižší hmotnost a odolnost vůči korozi. Jsou však více náchylné k elektrochemické korozi, způsobenou elektrolýzou.



Obr. 2-7 trup z ocelových plátů

2.3.4 Ferrocement

Ferrocement je v podstatě železobeton. Jde o vysoce vyztužený beton sítěmi ocelového drátu. Tak vznikne poměrně tenká skořepina. Vodotěsnost zajišťuje betonová malta, vyrobená z jemného písku. Kvůli své hmotnosti se hodí pro lodě o větším výtlaku.



Obr. 2-8 trup z ferocementu

2.3.5 Kompozity

2.3.5

Sendvičové konstrukce umožňují spojit výhody více materiálů. Konstrukce spočívá ve spojení lehkého jádra a pevného potahu. Například pěnové sendviče se skládají z lehčeného plastu, umístěného mezi dva pláty skelné tkaniny, tím se dosáhne vyšší tuhosti, protože se mohou vyrábět tlustší stěny, které jsou ale díky pění lehčí než lodě, vyrobené čistě z laminátu. Nevýhody jsou stejné jako u čistě laminátových lodí, s tím rozdílem, že do „meziprostoru“ s pění se může dostat voda. Vrstvy laminátu (nebo výplně) mohou být nahrazeny i jinými materiály, jako například karbonem, který se vyznačuje vysokou pevností a lehkostí [5][8].

2.4 Takeláž

2.4

Takeláž je souhrnný název pro plachty, lanoví, ráhna, stěžně a jejich uspořádání. I když se v tomto bodu budu zaměřovat pouze na plachty a jejich alternativy, nazvat tento odstavec oplachtění by bylo zavádějící, proto jsem raději zvolila obecnější název.



Obr. 2-9 klasické oplachtění

2.4.1 Klasické oplachtění

Lod' je poháněná plachtami, na které působí podobné síly jako u křídla letadla. Moderní plachetnice využívají hlavně tzv. vysoké šalupové oplachtění, kde jeden stěžeň nese dvě trojúhelníkové plachty, a to hlavní plachtu a kosatku nebo genou. Vliv na účinnost plachtění má také materiál plachet, čím méně elastické a čím pevnější plachty, tím lepší výkon je loď schopna podat. Takové plachty ale vyžadují zkušenosti, protože se dají celkem jednoduše znehodnotit [5].

2.4.2 Pevná křídla

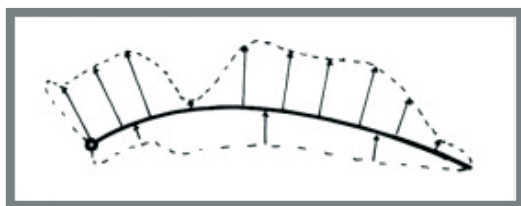
Další alternativou pohonu lodi jsou pevná křídla namísto plachet. Pevná křídla mají stále stejný tvar a neznechodnocují se nevhodným užíváním. Dokážou lépe využít vztlakové síly, díky tomu mohou být lodě rychlejší a také plout ostřeji proti větru.



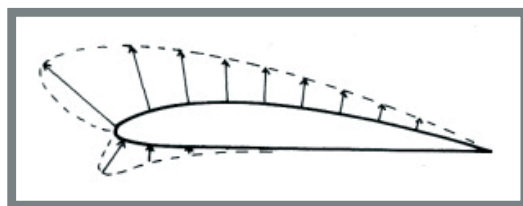
Obr. 2-10 obtékání plachty vzduchem



Obr. 2-11 obtékání křídla vzduchem



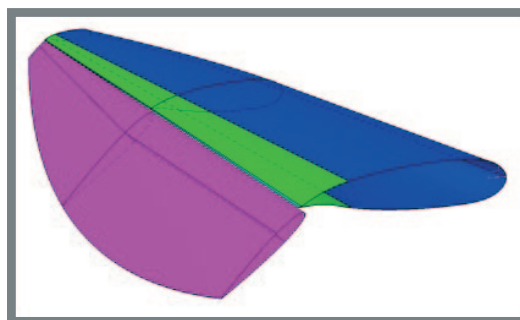
Obr. 2-12 rozložení tlaku na plachtu



Obr. 2-13 rozložení tlaku na křídlo

Velkou nevýhodou je nevyřešená otázka „skasávání“, nejenže loď nemůže zmenšit plochu plachet při nepříznivém počasí, ale křídlo navíc zabírá na palubě mnoho prostoru.

Dnešní křídla jsou symetrická a obsahují samotné křídlo a klapku. Hlavní křídlo se skládá ze dvou částí - z pevné přední části a z flexibilní hrany, která zajišťuje plynulý přechod na klapku. Následující obrázek ukazuje části křídla. Tuhá část je vyznačena



Obr. 2-14 křídlo a jeho součásti

modře, flexibilní část zeleně a klapka růžově. Tvar flexibilní části (zelená), je řízen nastavením klapky. Křídlo má většinou možnost rotovat až o 360° okolo stěžně a ovládá se obvykle pomocí hydrauliky [9].



Obr. 2-15 katamarán poháněný křídlem

2.5 Rozvody

2.5

Důležitou součástí každé moderní plachetnice jsou rozvody vody a to jak pitné, tak užitkové, která se čerpá přímo z moře (řeky, jezera...), a rozvody paliva. Důležitým aspektem je především rozmístění nádrží na pitnou vodu a palivo, jelikož mají vliv na celkové vyvážení a stabilitu lodě.

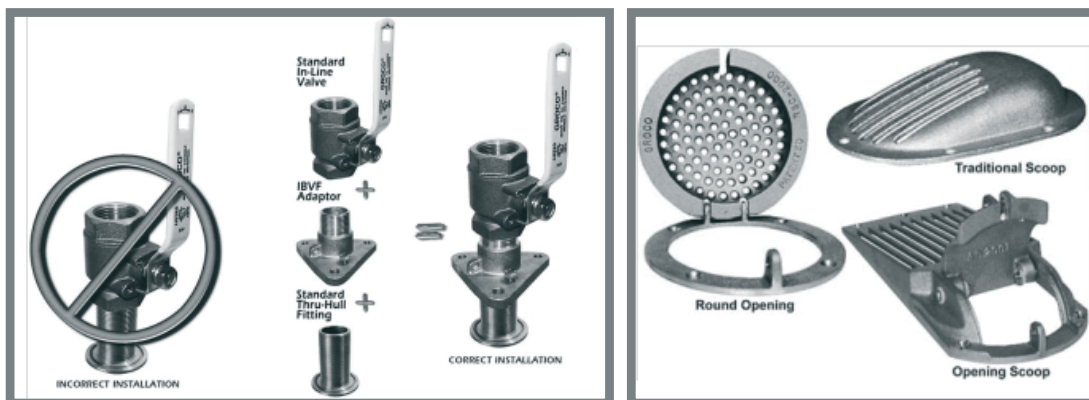
2.5.1 Rozvod vody

2.5.1

Užitková voda

Každá větší loď, která má ve výbavě motor, nebo jiné mechanické systémy (jako topení, ledničku, klimatizaci...) potřebuje pro správné fungování tohoto vybavení nasávat venkovní vodu.

K nasávání vody z okolí lodě je nutné mít otvor v lodi pod čarou ponoru. Důležitou složkou sacího systému je filtr, který by měl být umístěn ještě před vstupem vody do potrubního systému lodi, a také externí sítko.

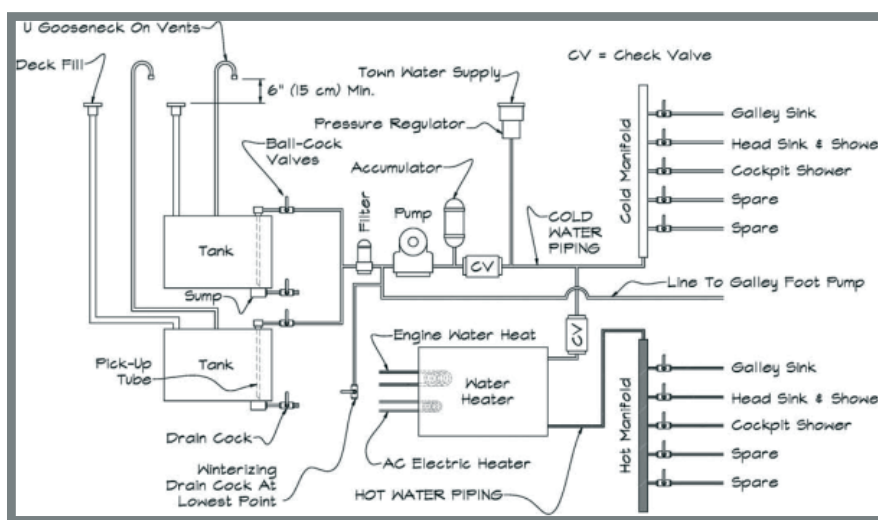


Obr. 2-16 ventil pro umístění v podponorové části trupu Obr. 2-17 filtry

Každé plavidlo musí také obsahovat bilge systém, jedná se o systém pump umístěný uvnitř trupu, který odsává vodu, která se dostala do prostoru uvnitř lodi. Každý bilge systém obsahuje jedno nebo více čerpadel, potrubí pro přenos vody zevnitř lodi zpět do moře, zdroj pro pohon čerpadel.[10]

Pitná voda

Pitnou vodu je potřeba uchovávat přímo na lodi v dostatečně velkém tanku, aby vydržela i při delším pobytu na moři. Pravidlo pro průměrné lodě stanovuje minimální kapacitu tanku na 57 litrů pro každé obsazené lůžko na palubě. Co se týče materiálu tanku na vodu, nejlepší volbou je nerezová ocel, protože jiné materiály zanechávají ve vodě pachutí. Obecně platí, že by nádrže na vodu měly splňovat většinu požadavků nádrží na palivo, i když nemusí být tak pevné. I tak je zapotřebí instalovat přepážky, které jsou zapotřebí kvůli pevnosti a stabilitě lodi.



Obr. 2-18 schéma rozvodu vody

Každá loď musí obsahovat ještě tank na takzvanou černou vodu – odpad z toalety, a v některých lokalitách je vyžadován i tan na tzv. šedou vodu – odpad z mytí nádobí, sprchování..., jinde je možné tuto vodu odčerpávat zpět do moře [10].

Rozvod paliva

Palivový systém v Evropě řeší norma ISO 10088, podle ní všechny části systému musí být přístupné pro údržbu nebo případnou výměnu součástí.

Tank s palivem musí být velmi dobře připevněn, aby nedocházelo k jeho samovolnému posouvání. Palivové tanky nesou velkou proměnnou zátěž, jejich správné umístění je proto kritické a má vliv na celkovou stabilitu a ovládání lodě. Optimální místo pro palivové tanky je v ose těžiště nebo v její bezprostřední blízkosti. Tak nedochází ke změnám v řízení ani při rozdílné hladině paliva. Na plachetnicích je také důležité umístit nádrže tak nízko, jak je to jen možné. Toto pravidlo platí i pro nádrže s vodou [10].

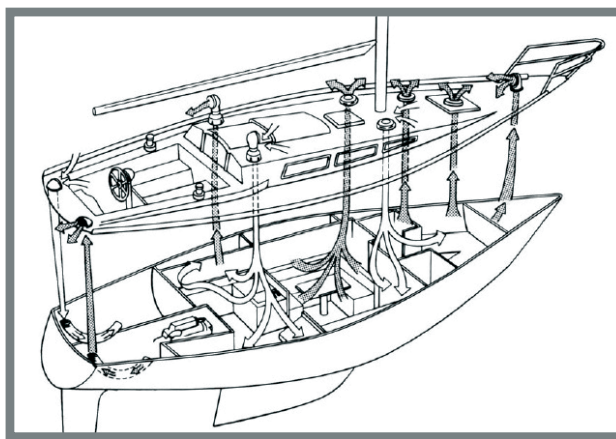
2.6 Vzduchotechnika (ventilace)

Ventilace je jedním z klíčových prvků v otázce komfortu. Opravdu dobrá ventilace má ale i své další výhody, jako například snižuje riziko vzniku rzi, plísní a v dobře větraných prostorách je méně pravděpodobné, že dostanete mořskou nemoc.

Ventilace má čtyři primární úkoly na palubě jakékoli lodi:

1. Zajistit bezpečí a pohodlí posádky
2. Minimalizovat plísně, koroze a celkové chátrání
3. Zajistit účinné fungování vnitřních motorů a jiných zařízení
4. Rozptýlit jakékoli nebezpečné nebo nežádoucí plyny a výpary

Motor vyžaduje specifické požadavky na ventilaci. Ideálním stavem by měla být nízká vlhkost a teplota okolo 10°C, s přístupem čerstvého vzduchu. Tyto podmínky jsou na vodě nedosažitelné, ale je dobré se jim co nejvíce přiblížit. Při nedostatečné ventilaci nejenže hrozí přehřátí motoru a ustavičné vytápění lodi, ale nadměrné teplo omezuje pevnost dřevěných a laminátových trupů.



Obr. 2-19 typická instalace větrání a proudění vzduchu

Jeden člen posádky potřebuje cca 25 kubických metrů vzduchu za hodinu. Je jasné, že cirkulace vzduchu probíhá lépe, když vane vítr, než když je bezvětří. Proto je potřeba navrhnout výše zmíněný objem ventilace za horších podmínek. Běžně se vychází ze situace, kdy je teplo a vítr vane 4 uzly za hodinu (1 uzel = cca 1,8 km/hod) [10].

3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA

Celkový tvar plachetnice vychází z její funkce. Je jasné, že každá loď musí mít více či méně proudnicový tvar. První lodě vznikaly čistě s ohledem na funkci, „design“ tvořily ozdoby a různá vyřezávání. Dnes již design vstupuje do konstrukcí lodí více a to mnohdy i v případě potlačení některé z funkcí.

3.1 Charakteristika konstrukčně daného tvaru

Celkový tvar a tím i dojem z plachetnice nám udává několik konstrukčních prvků, které se s ohledem na funkci plachetnice nedají moc měnit. Jedním z nejvýraznějších částí lodi je dozajista trup lodi. Největší rozdíly v trupech se nacházejí pod hladinou vody a na celkový dojem z plachetnice téměř nepůsobí (výjimkou je samozřejmě, když je loď umístěna v suchém doku). Navíc se jedná o čistě funkční záležitost a je již tak zažitá, že celkový vzhled plachetnice neruší (dle mého názoru je to dokonce naopak a členitost podvodní částí trupu přidává lodi na její dynamičnosti). Rozdíly v trupech se tak omezují jen na drobné detaily, jako je úhel zkosení příďe a zádě, zúžení trupu směrem k zádi, okna v trupu a podobně. I tyto relativně malé změny však můžou podtrhnout celkový dojem z plachetnice. Například více skosená příď – myšleno tak, že vstupuje do vody pod větším úhlem (téměř kolmým k hladině vody) – působí více dravě a dynamicky.

Dalším velice výrazným prvkem je plachtová a příslušenství, které plachty ovládá. Jedná se zejména o stěžeň (případně stěžně) a ráhna. Dozajista největší charakteristikou plachetnice je tvar plachet, které nese. Existuje mnoho typů oplachtění (šalupové, ráhnové, vysoké, džunka...) a každý typ dodává plachetnici jiný, osobitý ráz. Na druhou stranu ale také výrazně omezuje tvarosloví plavidla, protože i když existuje relativně hodně střihů plachet, ne všechny se hodí na všechny typy lodí a nebo mají horší účinnost, a proto se také využívají méně nebo téměř vůbec. V posledních letech se také objevují křídla místo plachet, které již umožňují rozsáhlejší tvarování. Největší vzhledový potenciál má samozřejmě loď pod plnými plachtami, kdy se vítr opírá do plachtových a loď pluje pod náklonem.

Nejvýznamnějším prvkem, na kterém se dá po designérské stránce vyřadit, pak zůstává nástavba. V tomto kontextu mám nástavbou na mysli celkový vzhled paluby. Jedná se tedy o samotnou nástavbu (zvýšená paluba v místě, kde se v podpalubí většinou nachází salónek), kokpit (místo na zádi pro sezení, pobývá zde posádka při plavbě a je zde také umístěno kormidelní kolo) a tvarování zádi. Důležité jsou také různé doplňky, které ale nesmí za žádných okolností na plachetnicích chybět. Jedná se zejména o zábradlí a různé ovládací prvky k obsluze takeláže.

3.2 Vybraná zajímavá řešení plachetnic

I když by se dalo říci, že všechny plachetnice jsou stejné (obzvláště pokud se bavíme o lodích stejné třídy – to znamená, že mají přibližně stejný výkon), i tak má mnoho z nich svůj nezaměnitelný osobitý charakter. V této kapitole se proto zaměřím na zajímavá a netradiční designérská řešení.

3.2.1 Wally Yacht 143 Esense

Esense je šalupa dlouhá 43 metrů. Paluba nabízí mnoho místa a je přeměněna na jakýsi otevřený loft. Zád' lodi je hodně snížena a nabízí jak pohodlný přístup do moře, tak do kokpitu. Zadní stěna kokpitu je prosklená, což nejenže umožňuje výhled, ale také pouští do podpalubí více světla. Celistvý a elegantní design dodává také absence zábradlí, které je tvořeno samotnou zvýšenou hranou lodi a v neposlední řadě také volba, pro jachtu ne tak obvyklou, elegantní, matně černé barvy se, kterou je sladěna i stěžeň a ráhno [11].



Obr. 3-1 Wally 143 Esense

3.2.2 Grand Soleil 43'

Grand Soleil 43 je necelých 14 metrů dlouhá jachta. Zád' je ostře zaříznutá a společně se vzhledem kokpitu udává jachtě sportovnější charakter. Celková ergonomie kokpitu nahrává bezpečnému, bezkonfliktnímu pohybu, a to i díky dvěma kormidlům, za kterými se ale právě díky charakteru lodi nemůžeme posadit. Nutná nástavba je šikovně zakomponována do paluby plachetnice pomocí jemných tvarových křivek a vhodným výběrem materiálu – celý vršek nástavby pokrývá dřevo, stejně jako zbytek paluby, a nástavba tak působí kompaktně. Barva lodi je klasická bílá, se kterou korespondují i boky nástavby a takové detaily, jako výplň spár v palubce. I přes svou délku plachetnice působí prostorně a moderně [12].



Obr. 3-2 Grand Soleil 43

3.2.3 Conrad 115 Yacht

Conrad je další superjachta dlouhá 35,3 metru. Jedná se o cestovní jachtu z polské loděnice Conrad, kterou navrhl německý designér Frank Neubelt společně s holandským studiem Vripack a polským námořním architektem Juliuszem Strawinskim. Její neobvyklé a dynamické linie jistě na první pohled zaujmou, protože se dosti liší od běžných plachetnic. Mohutná nástavba spíše připomíná ty, které jsou k vidění na motorových jachtách, a dodává této plachetnici svérázný ráz. Nástavba nám sice zmenší prostor na palubě, na druhou stranu je na ní vyhrazen prostor pro odpočinek. Jelikož se opět jedná o superjachtu, je na přídě umístěn bazén. Plachetnice je navržena v několika barvách, od světle šedé, přes modrou až po černou, na všech variantách zůstává nástavba bílá [13].



Obr. 3-3 Conrad 115 - šedá varianta

3.2.4 Marlin Solar Sailing Yacht

Marlin solar yacht je koncept eco-friendly plachetnice designéra Demetriuse Tanase, studenta univerzity umění a designu v Bukurešti. Jeho snahou bylo vytvořit moderní luxusní jachtu s ohledem na ekologii. Největší inovací konceptu je použití energetické plachty, která je vyrobena z pružných fotovoltaických článků. Dalším inovativním prvkem je použití nafukovacích „křidel“, která jsou umístěna po stranách plachetnice. Tato křídélka snižují riziko překlpení a přitom jsou dostatečně lehká, aby neměla vliv na výkon. Tato druhá inovace mi osobně nepřijde jako přínos, jelikož převrátit loď je už tak o sobě těžké a přidáním plochy, která ne zcela kopíruje aerodynamický tvar lodi, se dozajista účinnost sníží, i když ne svou vahou, ale aerodynamickým odporem, který bude na křídélkách vznikat. Je škoda, že plošina není spíše určena jako přídatná plocha pro pobyt posádky, například při kotvení, protože rozšíření samo o sobě působí zajímavě a dodává jachtě nezaměnitelný ráz. Přehledná paluba umožňuje posádce pohybovat se snadno, bezpečně a rychle. Interiér pak nabízí hojnost oken, což je důležité nejen z hlediska osvětlení interiéru, ale okna zaručují také dostatečný přísun a cirkulaci vzduchu.

Marlin má černé plachty, protože jsou pokryty solárními panely, trup je laděn v závislosti k plachtám. Kokpit je bílý s modrošedým pruhem nad bočními okny. Tento grafický pruh má stejnou barevnost jako nafukovací křídélka po stranách lodi. Celkově

loď působí čistým, elegantním dojmem, což podtrhuje zvolená barevnost v kombinaci se dřevem [14].



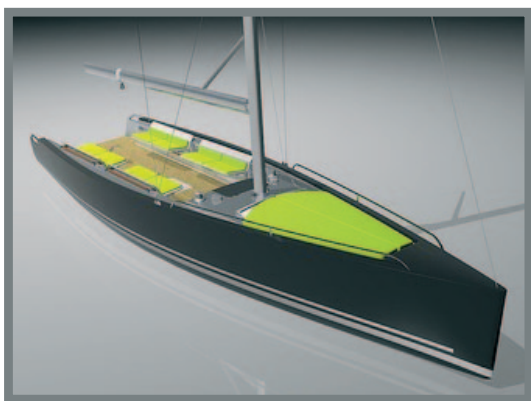
Obr. 3-4 loď s vytaženými postraními křídélky

3.2.5 Eryd Open

3.2.5

Eryd Open je elegantní sportovně zaměřená jachta. Open v názvu (což znamená otevřený) představuje myšlenku celé lodi, protože loď je opravdu otevřená, nástavba začíná až daleko na přídi a dává tak vzniknout opravdu nebývale prostornému kokpitu. Design lodě se hodně zaměřuje na pohodlí posádky, a to takové, které je standardem jen na velkých motorových člunech. Jsou zde pohodlné a prostorné opalovací plochy a snadný přístup k moři. Díky mimořádně jednoduchému upevňovacímu systému, který je aplikován na sedačkách, je možné podle potřeby sedačka přidat, odebrat anebo úplně odstranit, což se může hodit například, účastní-li se plachetnice nějakého závodu.

Eryd Open je navržena v několika barevných variantách od klasické bílé až po černou.



Obr. 3-5 netradiční barevné řešení se zelenými doplňky



Obr. 3-6 klasické bílé provedení

Dozajista nejzajímavějším barevným řešením je skloubení černého trupu a sytě zelených doplňků, navíc tato barva (zelená) se poslední dobou těší velké oblibě [15].

3.2.6 Maltese Falcon

Je to superjachta o délce neuvěřitelných 88 metrů a jedná se o jednu z největších jachet vůbec. Má inovativní systém řízení “DynaRig”, který se vyznačuje třemi 58 metrů vysokými a neustále se otáčejícími stěžni vyrobenými z karbonu, z nichž každý nese pět plachet. Ve spojení se dvěma motory dokáže na otevřeném moři dosáhnout rychlosti až 20 uzlů (37km/h). To znamená, že cestu přes Atlantik lze překonat za 10 dní. Inteligentní software neustále sleduje parametry jako je rychlost a směr větru a upravuje podle nich natočení stěžňů a případně i zapojení motorů. V důsledku to potom znamená, že celá jachta může být řízena pouze jedním člověkem. Celá loď včetně stěžňů je protkána sítí senzorů, které pomocí optických kabelů předávají řídicímu počítači informace o tom, jestli není konstrukce na nějakém místě přetěžována. Celkem celou jachtu obsluhuje 18 členů posádky [16].



Obr. 3-7 Maltese Falcon pod plnými plachtami



Obr. 3-8 zarovnaná ráhna bez plachet

Po stránce designu je nejvýraznějším prvkem na celé lodi její plachtoví, a to ať už jsou plachty skasány nebo vytaženy. Plachty připomínají klasické ráhnové oplachtění celistvějšího tvaru. Samotná ráhna bez plachet mají specifický oblý tvar a mohou se natočit a tak je často v přístavu k vidění zarovnaná ráhna v ose lodi, což působí nezaměnitelným dojmem.

3.2.7 Hydrofoil Sailing Yacht

Jedná se o jachtu, která jde trochu jiným směrem, než jachty doposud zde představené. Tento ambiciózní koncept přináší technologii křídel, tak jak ji známe z letectví, do oblasti jachtingu, ale činí tak jiným způsobem, než aby nahradil plachty křídly. Tato plachetnice má dvě křídla po stranách, která jsou citlivě zakomponována do těla lodi a dodávají jí tak charakteristický, značně dravý vzhled. Křídlo samotné se skládá z podvodního profilu, které podobně jako křídlo letounu vytváří vztlak a povysunuje loď nad vodu, čímž se zmenšuje omyvatelná plocha trupu a třecí a odporové síly, působící na trup samotný. Přiznáním křidélek vzniká opravdu neobvyklý design, křídélka volně přecházejí do stěžně, které nese klasické šalupové oplachtění. Funkční prvky, tedy stěžně a křídla jsou odděleny jak tvarově, tak barevně. Loď sází na klasickou osvědčenou bílou barvu, stěžně a křídla jsou pak světle šedé. Koncept získal Pininfarina Award v roce 2006 a reddit design award v roce 2007 [17].



Obr. 3-9 jachta v plné rychlosti – vznáší se nad vodou

3.2.8 Super SailYacht „Green Jet“

3.2.8

Tato super jachta měří 57 metrů a tento koncept navrhl Erik Sifrer. Jako hlavní pohon slouží dvě plně automatizované aero-plachty, které jsou řízeny pomocí hydraulických motorů. Trimování plachet je jednoduché a rychlé, protože se ovládá pouhým stisknutím tlačítka. Každá plachta (křídlo) je otočná o úhel 80° na obě strany.

Tím, že je jachta hodně velká, nemusel se designér potýkat s nedostatkem prostoru, jak je tomu na malých plachetnicích. Jachta je tvořena dvěma ergonomicky tvarovanými kokpity s tím, že zadní se otvírá směrem na palubu. Obě části jsou průchozí podpalubím. Oddělením kokpitů vzniká uprostřed lodi místo na bazén. Mohutná křídla potřebují velké opory, protože na ně působí značné síly. Každé křídlo podpírá z obou stran trám, který je ale umístěn až za zábradlím a nezmenšuje tak prostor pro pohyb na palubě. Křídlo je také umístěno na mohutném stěžni, který prochází středem každého kokpitu. Takové řešení sice značně zmenšuje prostor kokpitu, jelikož se ale jedná o opravdu velkou jachtu, není to zas až takový problém [18].



Obr. 3-10 Green Jet

3.2.9 Lila Lou Design

3.2.9

Lila Lou Design navrhl převratnou myšlenku jachty s oddělenými stěžni, kde každý stěžněn je umístěn na jedné straně lodi naproti sobě a každý nese pevné křídlo. Oba stěžně pokračují volně do vody a pod lodí se pojí dohromady a tvoří jakýsi kýl, který je ve středu opatřen zátěží. Při plavbě ostře proti větru každé křídlo zastupuje jednu

plachtu, avšak na rozdíl od klasických víceštěžňových lodí jsou zde plachty umístěny vedle sebe a ne za sebou. Při plavbě po větru se křídla rozvinou jako křídla motýla a dokážou tak zachytit velké množství zadního větru. Pokud to podmínky dovolují, je možné při plavbě po větru ještě vytáhnout přídatnou přední plachtu. Loď, která nese takové oplachtění, musí být dostatečně velká, proto zde není problém s místem. Tím, že se samotné plachty navíc nacházejí po stranách, vznikne volné místo i vprostřed jachty, na místě, kde obvykle stojí stěžeň. Paluba lodi nese velkou nástavbu, na jejímž vršku je místo určené pro opalování. Samotná křídla jsou vyrobena z průhledného materiálu, aby neomezovala výhled a sluneční svit [19].



Obr. 3-11 celkový boční pohled



Obr. 3-12 jachta s vytaženou přídatnou plachtou

3.2.10 Létaající jachty

Samostatnou kapitolou by mohly být jachty s křídly, které jsou ale uzpůsobeny i k letu, čímž dosáhnou přenastavením křídel. Jedním z konceptů je létaající jachta designéra Yelkena Octuriho. Yelken Octuri pracuje jako designér ve službách letecké společnosti Airbus a otevřeně říká, že jeho cílem bylo vytvořit něco nového, originálního a samotná realizační stránka šla na úkor fantazie částečně do pozadí. Projekt však zaujal několik konstruktérů, kteří by se na realizaci rádi podíleli, a další vývoj tedy právě probíhá. Samotná létaající jachta je 46 metrů dlouhá, má dvě paluby, spodní tvoří hlavní místnost, kuchyň a toaleta, na horní palubě najdeme tři luxusní ložnice a koupelnu. Dominantou loď jsou čtyři mohutné stěžeň, které ve vertikální poloze dosahují výšky 40 metrů. Při zapnutí leteckého módu se plachty automaticky srolují do vnitřní části stožárů a ty se sklopí do vodorovné polohy [20].



Obr. 3-13 jachta při přenastavování křídel



Obr. 3-14 jachta v módu pro plavbu

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

Prvním krokem celého procesu navrhování bylo rozhodnout se, jaký typ plachetnice chci a budu navrhovat. Celkové tvarosloví totiž ovlivňuje nejenom velikost samotné lodi, ale také místo, kde se bude loď plavit či jakým způsobem bude poháněna.

Rozhodla jsem se tedy pro loď střední kategorie dlouhou čtrnáct metrů, která bude uzpůsobena pro plavbu na Středozemním moři. Toto rozhodnutí jsem učinila z jednoho prostého důvodu, a to proto, že na lodi podobných rozměrů a ve stejné lokalitě jsem se již plavila. Mohu proto při navrhování využít osobní zkušenosti a poznatky, které jsem pobytem na moři získala.

Zvolené parametry mi tedy udávají, že loď bude mít vyvýšenou nástavbu - čtrnáctimetrová plachetnice je totiž příliš malá na to, aby se pokoje vešly do podpalubí bez narušení horní paluby. Bude mít relativně prostorný otevřený kokpit, tak aby se dalo co nejvíce času trávit na palubě a samozřejmě se bude jednat o plachetnici s krátkým kylem, zakončeným balastem.

Další otázkou bylo, jaký typ takeláže zvolit. Jestli jít klasickým směrem a zvolit plachty nebo se vydat lehce experimentální cestou a pokusit se navrhnout plachetnici poháněnou křídlem. Chtěla jsem jít takovým směrem, jenž bude mít přínos i do budoucnosti, proto jsem provedla srovnání pevného křídla a klasické plachty. Výsledky jsou následovné:

Výhody plachet (za normálních podmínek):

1. Mohou být pohodlně a jednoduše skasány a případně úplně sundány a uloženy na bezpečném místě, když loď kotví v přístavu.
2. Mohou relativně jednoduše zmenšit svou plochu, a to buď klasickým refováním (úprava velikosti plachty částečným skasáním), nebo výměnou za plachtu menší
3. Dají se poměrně snadno opravit či upravit
4. Tvar a odklon plachet se dá měnit napínáním a povolováním ovládacích lan

Nevýhody klasických plachet:

1. Jsou náchylné k opotřebení nebo až k poškození, když se nesprávně používají (nastavují).
2. Ztrácí svůj tvar, když nejsou drženy pod vhodným úhlem náběhu, což vede k „flatrování“ (postavení lodě přídi proti větru), díky čemuž se snižuje účinnost plachet při plavbě ostře proti větru a může dojít až k třepotání plachet.
3. Vyžadují pevné stěžně a stěhy (často to jsou ocelová spletená lanka, které udržují tvar stěžně). Stěhy jsou úpony vedoucí z vrchu stěžně k bokům lodi (na zádi a přídi), a představují aerodynamický odpor vysoko nad vodoryskou.
4. Mají tendenci ke kroucení, což vede k různému úhlu náběhu v různých výškách plachty, a tím se opět snižuje účinnost plachtění.

Výhody pevných křídel:

1. Mohou být navržena tak, aby nedocházelo ke znehodnocování v důsledku odírání.
2. Nebudou se „třepotat“, ani když se nesprávně nastaví úhel náběhu a nedojde tak k poškození.

3. Udržíjí účinnost i při plutí velmi ostře proti větru. (Klasická plachta by se za takových podmínek již začala třepotat.)
4. Nemusí nutně požadovat jakékoli přídavné prvky k jejich podpoře.

Existují však významné nevýhody, které není možné ignorovat. Mezi ně patří:

1. Je obtížné navrhnout křídlo, které by se dalo spolehlivě „skasávat“, či aspoň dostatečně zmenšilo svou plochu.
2. Křídlo a stěžeň zabírá značné místo. Na menších lodích „neskasané“ křídlo zabírá značnou část paluby, což při samotné plavbě nemusí vadit, ale při bezvětří, nebo při kotvení se celé křídlo pohybuje po palubě, což může vést až k nebezpečným situacím.
3. V závislosti na plavebních schopnostech lodě musí být křídlo dostatečně lehké, ale zároveň i pevné a umožňovat rotaci. Dosáhnutí takových vlastností ale velmi nepříznivě ovlivňuje cenu.

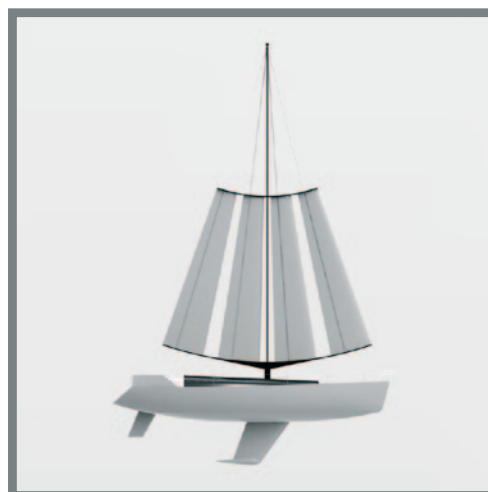
Potenciál křídel jak v oblasti účinnosti, tak spolehlivosti je ale značný. Proto jsem se rozhodla pro návrh plachetnice, která bude poháněná křídly s možností alespoň částečného skasání (zmenšení plochy křídla)[21][22].

4.1 Design křídla

Prvním krokem samotného navrhování tedy bylo navrhnout vhodné křídlo, tak aby bylo nejen funkční, ale i esteticky kvalitní, protože oplachtění je dominantním prvkem a udává ráz celé lodi. Pracovala jsem s dvěma základními principy, a to s možností skládání inspirovaném žaluziemi a vějířem.



Obr. 4-1 první návrh - inspirace žaluziemi



Obr. 4-2 druhý návrh - inspirace vějířem

První návrh využívá systému rozděleného křídla - křídlo je složeno z několika částí, které při užívání tvoří jedno kompaktní křídlo. Pokud chceme křídlo skasat, jednotlivé části se v drážce otočí o 90° a sjedou ke spodku stěžeň. Přední a zadní části křídla jsou ovládány samostatně. Zadní část křídla je navíc tvarována obloukovitým úkosem do podoby ptačího křídla. Za nepřízné počasí je pak možné vysunout pouze některé (horní) části křídla, zbytek zůstane skasan u spodku stěžeň.

Další variantní návrh využívá systému lamel, kdy každá lamela má profil křídla. Tyto lamely se pohybují po kruhových výsečích - tím se rozvinují nebo skasávají a navíc je každá lamela samostatně otočná, díky tomu se každé křídlo natáčí k větru individuálně a loď tvoří jakýsi víceštěžník. Při nepříznivém počasí, a nutnosti plavby s menší plochou plachet, je možné roztáhnout pouze dvě lamely, zbylé dvě zůstávají přitisknuté u stěžně.



Obr. 4-3 první návrh - skasané křídlo



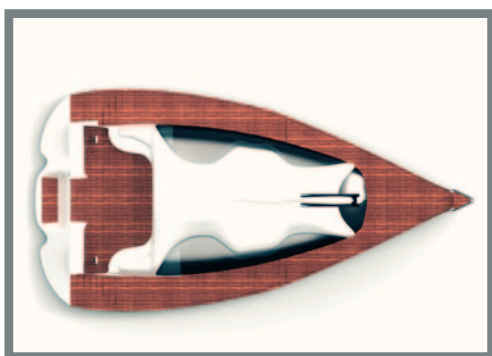
Obr. 4-4 druhý návrh - skasané křídlo

4.2 Design trupu

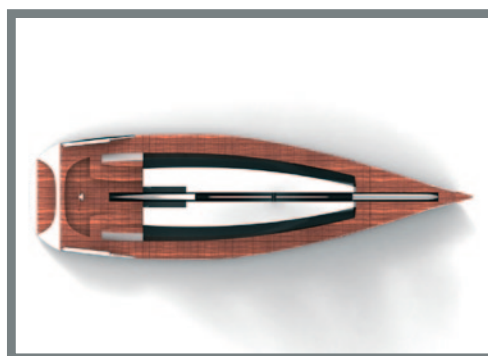
4.2

Dalším krokem bylo navržení tvaru trupu. V této oblasti samozřejmě nemám dostatečné znalosti, a tak jsem základní tvarosloví trupu převzala z plánů lodi [23] a, které jsem pak přizpůsobila základním parametrům plachetnice Grand Soleil 43' [24], která skládala velmi pozitivní recenze v oblasti plavebních vlastností. Také jsem uvažovala o možnosti širokého trupu, od které jsem nakonec upustila. Jednalo se o téměř sedm metrů široký trup, který byl směrem k zádi rozdělen na tři části podobně jak je tomu u trimaranů.

V této fázi bylo tvarování kokpitu a nástavby spíše orientační, ale již dodržovalo základní proporce, jako jsou výška nástavby, místo k sezení v závislosti na počtu pasažérů, umístění kormidla, šířka uličky podél nástavby, prostor na zádi a její zkosení.



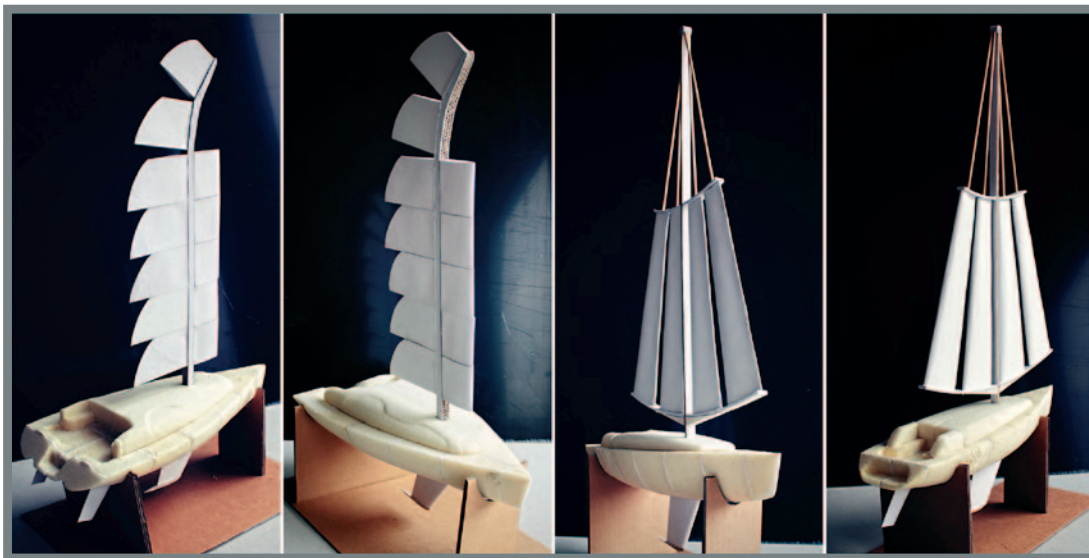
Obr. 4-5 široký trup, pohled shora



Obr. 4-6 úzký trup, pohled shora

4.3 Ověření pomocí koncepčního modelu

Základní tvary trupu a křídla byly vymyšleny, následovala tedy výroba dvou koncepčních modelů kvůli ověření tvarových zákonitostí a vzájemných proporcí. První model kombinoval široký trup s žaluziově skládaným křídlem. Druhý model měl klasický štíhlý trup a vějířovitá křídla.



Obr. 4-7 koncepční modely variant

Po zvážení všech pro a proti a po konzultaci s vedoucím práce jsem se rozhodla dále pokračovat na druhé variantě návrhu, tedy na plachetnici s klasickým štíhlým trupem a s vějířovitými křídly. Úzký trup totiž působí více sportovně a navíc se s ním také lépe manipuluje. Lamelová křídla pak nabízejí mnohem jednodušší zajištění funkčnosti a údržby a celkové obsluhy.

4.4 Design nástavby, kokpitu a zádě

Charakteristika celé plachetnice byla tedy dána výběrem trupu a křídla. Mohla jsem tedy přistoupit k další fázi návrhu, čímž bylo navržení nástavby, kokpitu a zádě. Tyto části jsem navrhovala dohromady jako celek, protože na sebe tvarově navazují. Vycházela jsem zejména z tvaru nástavby, protože ta je velmi ovlivněna celkovým tvarem trupu. I zde jsem nejdříve navrhla jednoduché koncepční modely z lepenky, které jsem dále rozvíjela v 3D. Charakteristickým prvkem první nástavby je zvýšená výztuha, která vede středem celé nástavby a v přední a zadní části je mírně zvýšená. Linie oken vede rovnoběžně s výztuhou, na přídí se pak odklání směrem ven. Druhá nástavba využívá rozdvojení materiálu na přídí, které volně přechází ve stěžeň, a vymezuje tak přední okenní plochu. Na zádi se motiv rozdvojení opakuje, zde však přechází do opěrek v kokpitu. Třetí varianta je kombinací obou předchozích návrhů. Rozdvojení materiálu na přídí přechází do výztuhy, která pokračuje až k zádi nástavby. Boční okna lemují po celé délce výztuhu.

Přenesení vymodelovaných částí do počítače ale nedopadlo úplně podle mých představ, i když jsem vyzkoušela mnoho podobných variací. Nástavby působily ploše a v některých případech až zbytečně komplikovaně. Samozřejmě, že přidáním detailů by se celkový dojem do jisté míry zlepšil, ovšem tvarový potenciál se tím nezmě-

ní. Přední prosklená plocha taktéž nepůsobila dravým charakterem, jak bylo původně zamýšleno. Nejlépe dopadly návrhy, zobrazené níže na obrázcích. První návrh vychází z třetího koncepčního modelu z kleje. Výztuha je nižší a širší a ke stěžni se zvedá pouze nepatrně. Velká boční okna jsou překryta plným bokem, který tvarově kopíruje křivku okenní plochy. Druhý návrh vychází z druhého koncepčního modelu z kleje. I zde je střed rozšířen a přední rozdvojení se nezvedá směrem ke stěžni. Boční části, které vybíhají do paluby, jsou zkráceny, aby se dalo kolem pohodlně projít.



Obr. 4-8 nástavba 1



Obr. 4-9 nástavba 2



Obr. 4-10 nástavba 3



Obr. 4-11 nástavba v 3D 1

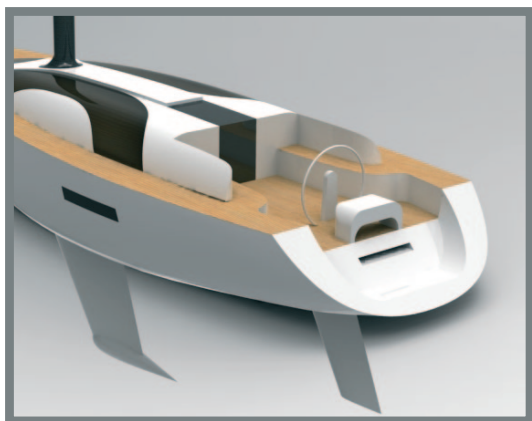


Obr. 4-12 nástavba v 3D 2

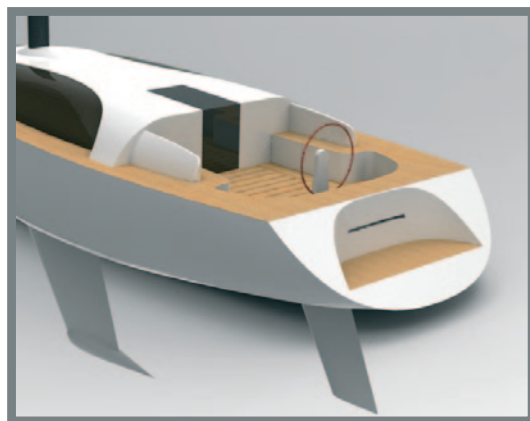
Opět jsem tedy přistoupila ke zkombinování obou návrhů. Plochu a celistvost bočních oken jsem převzala z druhého modelu, výztuhu a její návaznost na stěžněň a vchodový otvor pak z návrhu prvního. I přes tato opatření bylo jasné, že velká plocha oken nepůsobí na celkové ploše dobře a je potřeba je zmenšit a tvarově zdynamičtit.

Při tvarování kokpitu a zádě jsem opět vycházela ze dvou rozdílných návrhů. Na prvním obrázku je kokpit otevřen a rovnou navazuje na zádě. Na zádi se nachází malá koupací plošina, která je s kokpitem propojena šikmou plochou. Celkový prostor působí vzdušně a prostorně, v zadní části však může vyvolávat pocit nebezpečí, protože lavička kormidelníka je umístěna přímo na hraně zádě. Tvarově lavička navíc kolide se zbytkem prostoru. Na druhém obrázku je kokpit uzavřen a od zádě je oddělen pevnou přepážkou, která navíc slouží jako sezení pro kormidelníka. Koupací plošina je větší

než na předešlém návrhu, protože přechod mezi ní a kokpitem je kolmý. Celkový prostor sice působí bezpečněji, na druhou stranu ztrácíme cenné místo v kokpitu. Uzavřený kokpit působí stísněně a těžce přístupná koupací plošina na zádi tento dojem ještě podtrhuje. Pro svůj návrh jsem si tedy zvolila první variantu s tím, že je potřeba do prostoru lépe zakomponovat lavičku pro kormidelníka a zlepšit návaznost sezení v samotném kokpitu, aby více odpovídalo celkovému tvarování lodi



Obr. 4-13 otevřený kokpit



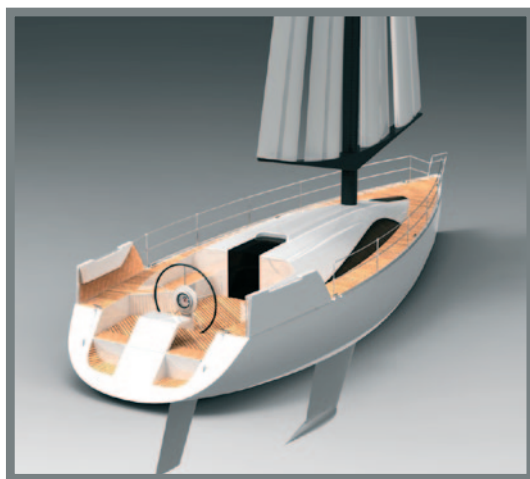
Obr. 4-14 uzavřený kokpit

4.5 Finální varianta

Analýzou předešlých návrhů jsem dospěla k následující, finální variantě. Boční okna kokpitu se dynamicky zužují směrem k zádi. Přední okno je oproti předešlým návrhům podstatně menší, přičemž zachovává charakter rozdělení přední hmoty nástavby. Středem nástavby vede vyvýšená výztuha, která navazuje na přední sklo. Kokpit je otevřený, se zádi, na které je umístěna rozdělená koupací plošina, ho pojí zešíkmená lavička pro kormidelníka. Díky zešíkmení sedí kormidelník dále od okraje lodi. Sezení v kokpitu je tvarováno více ostře a podporuje tak dynamický vzhled lodi.



Obr. 4-15 finální varianta zepředu



Obr. 4-16 finální varianta zezadu

5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

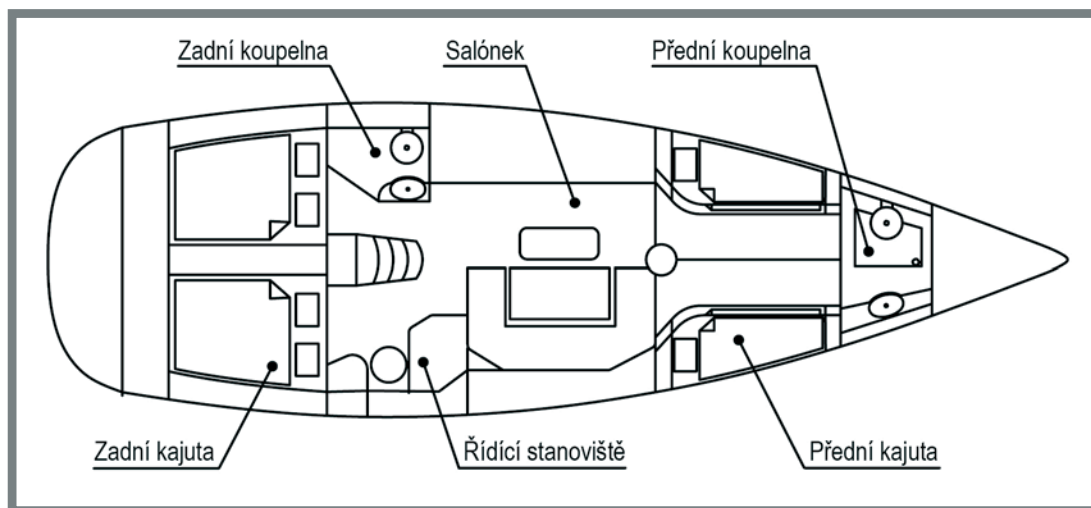
Z ergonomického hlediska patří plachetnice do ergonomické kategorie K, která značí, že se jedná o bezprostřední styk člověka s přístrojem a jde o kontakt užitek. Kontakt je zprostředkováván pomocí ovladačů a sdělovačů a jde o kontakt rukou.

5.1 Prostorové rozvržení lodi

5.1

Navržená loď je středních rozměrů, základní rozměry jsou 14 m na délku, 4,2 m na šířku a 21,8 m na výšku. Výška samotného trupu lodi (bez kýlu a kormidla) je pak 2,1 m. Podlaha v podpalubí je od nejnižšího místa trupu vzdálena cca 30 cm. Z toho vyplývá, že čistá výška podpalubí lodi je 1,6 m a z toho důvodu má plachetnice vyvýšenou nástavbu, která má výšku shruba 50 cm - měřeno od podlahy paluby lodi. Díky relativně vysoké nástavbě je výška stropu v salónku (hlavní místnost, první místnost při vstupu do podpalubí) pohodlných 2,1 m. Tato výška se samozřejmě směrem k přídi snižuje. V předních kajutách je tak výška stropu 1,8 m. Kajuty na zádi mají výrazně snížený strop, protože se nacházejí pod prostory kokpitu. Výškový deficit ale trochu kompenzují sedačky v kokpitu, pod kterými se rovněž nachází prostor zadní kajuty.

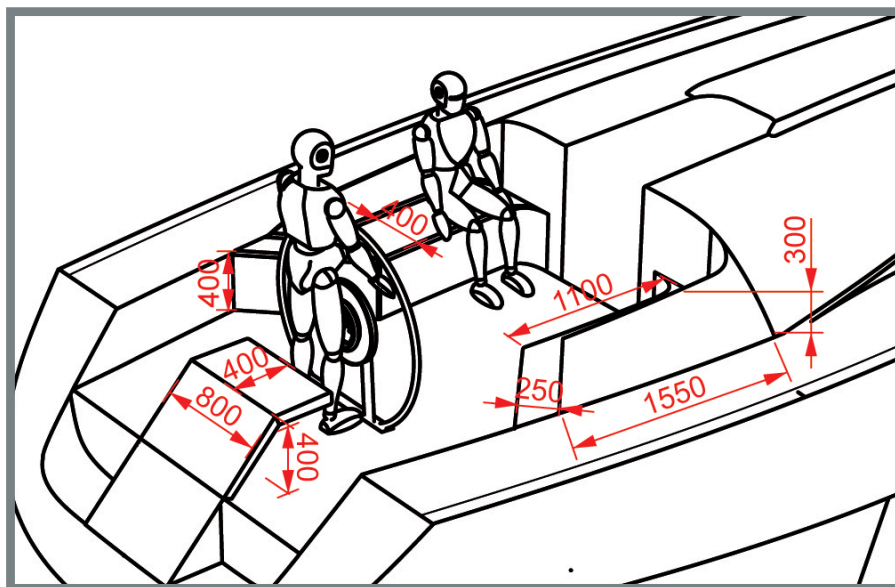
Návrh interiéru lodi nebyl součástí této diplomové práce. Pro uvědomění si všech proporčních závislostí na lodi je i přesto dobré si vnitřní prostor lodi schematicky rozvrhnout a vymezit, k čemu budou dané části prostoru v podpalubí sloužit. V mém návrhu se ve středu lodi nachází salónek s kuchyní. Kajuty s postelemi jsou dvě na zádi a další dvě na přídi. Malá toaleta se nachází mezi salonkem a zadní kajutou, druhá, větší toaleta i se sprchou se nachází na přídi lodi. Naproti toaletě v salónku se ještě nachází řídicí stanoviště, kde se nachází všechny důležité ovladače a sdělovače, jako je GPS navigace s podrobnou mapou a podobně.



Obr. 5-1 rozvržení interiéru

Nejvíce obývanou částí lodi je ale bezesporu kokpit. Kokpit je vybaven po obou stranách sedačkami, které umožňují sezení až pro tři osoby. Opěradlo sedaček je nižší než je tomu u běžných židlí, stále ale představuje dostatečnou oporu a pocit bezpečí při náklonu lodi. Sezení pro kormidelníka je výrazně jednodušší a v přepočtu na jednoho člověka i širší. Nenabízí žádné opěrky, jelikož kormidelník tráví zhruba stejné množ-

ství času vsedě jako ve stoje. V případě složitějšího manévrování vždy stojí a je potřeba mu zajistit co nejlepší výhled, a to i dozadu. Místo mezi kormidelním kolem a lavičkou pro kormidelníka je pak dostatečně široké, aby se kormidelní kolo ovládalo pohodlně i ze stoje. Pod sezením je volný prostor, díky čemuž se z lavičky dobře vstává. Po obou stranách kormidelního kola je pak dostatek místa, aby se dala plachetnice pohodlně řídit i v případě, že pluje pod velkým náklonem a kormidelník je tak nucen ovládat loď z boku.



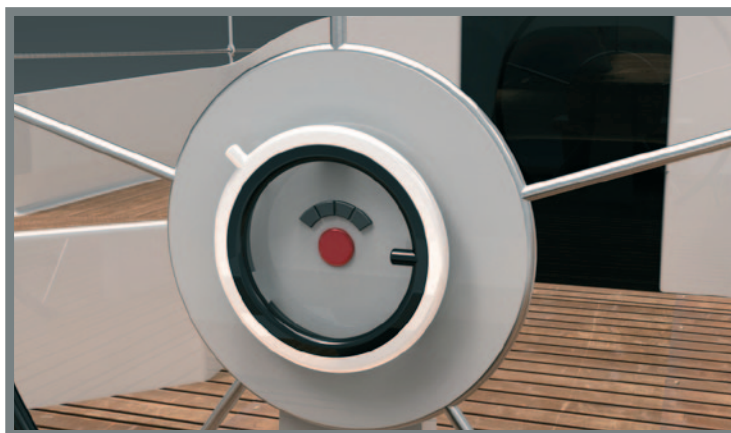
Obr. 5-2 členění kokpitu

5.2 Ovladače

Samotné kormidelní kolo je hodně velké, a to právě proto, aby se loď snáze ovládala i ze stran a kormidelník se nemusel ke kolu příliš natahovat. V případě kotvení je ale možné kormidelní kolo složit, čímž se zvětší prostor na palubě a snadněji se po ní pohybuje. Část kormidelního kola je zapuštěna pod palubu lodě, díky tomu se snižuje relativní výška kola a i přes jeho větší rozměry tak nezavazí kormidelníkovi při výhledu. Tím, že kormidelní kolo zasahuje až pod úroveň paluby, je zapotřebí vzniklý prostor propojit s venkovní stranou lodi, aby se zamezilo stání vody v prostoru a jejímu následnému zatuchnutí. Ze stejného důvodu se pod nohama kormidelníka nachází poklop, z něhož je snadno přístupná drážka, ve které se pohybuje kolo, a je tak možné ji snadno vyčistit, zbavit stojící vody a napadané nečistoty.

Ve středu kormidelního kola je umístěno ovládací kolo pro křídla. Kolo se skládá se dvou částí. Vnější díl kola slouží k ovládání samotných křídel. Otáčením kola roztahujeme či naopak skasáváme jednotlivá křídla. Přitlačením po stranách pak kontrolujeme natočení jednotlivých křídel a klapek (obdobu leteckého kniplu). Pomocí středových tlačítek si můžeme navolit které křídlo chceme ovládat, případně je možné ovládat více či všechna křídla najednou. Vnitřní díl ovládacího kola slouží k nastavení natočení stěžně. Pohybem doprava se stěžně otáčí po směru hodinových ručiček, pohybem doleva se stěžně otáčí naopak, tedy proti směru hodinových ručiček. V samotném

středu se pak nachází bezpečnostní tlačítko pro nouzové vypnutí hydrauliky natáčení stěžně, stěžně pak volně rotuje a stáčí se samovolně po větru.



Obr. 5-3 ovládací prvky na kormidle

Pohyb křídel je možné řídit i autopilotem, kdy se software postará o optimální nastavení stěžně a křídel v závislosti na povětrnostních podmínkách. Další ovladače křídel se nacházejí na výztuze nástavby a v salonku v navigačním koutku, kde jsou umístěny i další ovladače a sdělovače pro bezchybný chod lodi, jako je ovládání světel, plotr, GPS a podobně. Zde umístěné ovladače pro křídla mají pouze formu tlačítek.

Důležité sdělovače, jako je autopilot, měření rychlosti a směru větru, hloubkoměr, kompas a pod. jsou také umístěny na ploše samotného kormidelního kola, aby měl kormidelník důležité informace vždy na očích.

V případě selhání hydrauliky, která křídla ovládá, nebo při jiné poruše, která znemožní ovládání křídel, je na stěžni nainstalovaný bezpečnostní prvek, který umožňuje ruční skasání křídel. Pohyby křídel po ráhne jsou zajištěny ozubeným řemenem, jeho pohyb zajišťuje rotační válec, který je za normálních podmínek obsluhován hydraulikou. Válec má na sobě ale nainstalovaný výstup pro manuální ovládání klikou, který je přístupný z místa u stěžně.

Tím, že jsou křídla ovládaná hydraulicky, mají centrální ovládání umístěné na dosah kormidelníka a všechna elektronika a hydraulika vede pod palubou a vnitřkem stěžně, uvolní se tak značný prostor na palubě, který je na klasických plachetnicích vyhrazen pro lanoví, vinšy a další nezbytná příslušenství k ovládání plachet.

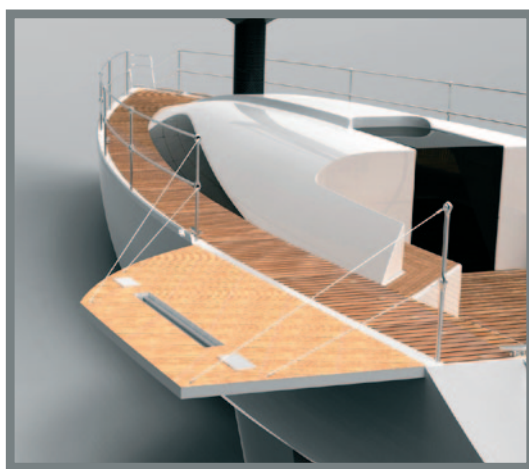
5.3 Bezpečnost

5.3

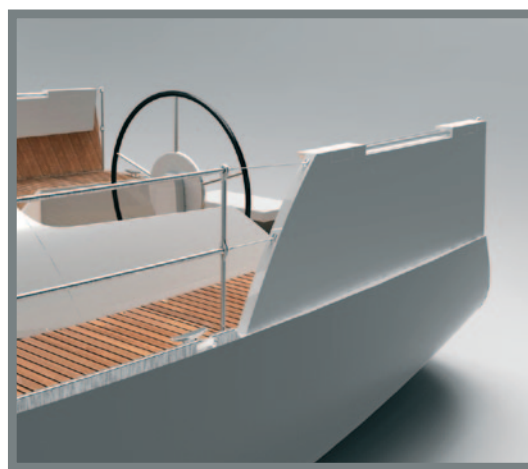
Významným prvkem na palubě, který do značné míry omezuje pohyb posádky, je ráhno. Ve svém nejnižším místě, u stěžně, se ráhno nachází 80 cm od vrcholu nástavby. Směrem od stěžně se ale ráhno zvyšuje a v místě kokpitu je již dostatečně vysoko, aby neohrožovalo posádku, i v případě, že zrovna neovladatelně rotuje kolem stěžně. Jako na každé lodi je ale potřeba si při pohybu na palubě dávat pozor. Pohybující se ráhno je nebezpečné a při neopatrném zacházení může dojít až k úrazu nebo pádu přes palubu. Pokud se ráhno nekontrolovatelně pohybuje, bezpečná výška, kam ráhno nedosáhne, se směrem k přídi postupně snižuje a je potřeba s tím počítat.

Primárním bezpečnostním prvkem na palubě je zábradlí, které lemuje celý bok lodi. Zábradlí slouží jako fyzická i psychická zábrana mezi palubou lodi a vodní plochou. V případě potřeby je také možné se zábradlí přidržet, je to tedy i pomůcka pro méně jisté námořníky. V případě nepříznivého počasí, kdy hrozí, že by mohl být člen posádky smeten přes palubu, se zábradlí využívá jako jistící prvek a lidé na palubě se k němu připínají karabinami. Zábradlí tak musí být hladké, aby po něm mohla karabina bezpečně klouzat a umožňovala posádce pohodlný pohyb po palubě.

V zadní části lodi se nachází výklopná plošina, která slouží jako přídavný prostor pro opalování a odpočinek. Využívá se ale pouze v případě, kdy loď bezpečně kotví. Při plavbě je plošina složená a slouží jako zábradlí. I zde je myšleno na bezpečnost a v případě kdy je plošina složená, je i zde možné se připnout karabinou.



Obr. 5-4 vyklopná plošina



Obr. 5-5 sklopná plošina

Plošina je poslední částí zábradlí. Na zádi je pak po stranách nainstalované madlo, které slouží jako opora při pohybu na koupacích plošinkách.

V otázce bezpečnosti je neméně důležitý také celkový povrch paluby. Posádka se po ní pohybuje až dvacet čtyři hodin denně, z toho mnohdy naboso. Je tedy důležité, aby se na lodi nenacházely žádné ostré hrany, zejména v místech, kde se hodně chodí. Povrch paluby je tedy jednolitý, přechody mezi materiály nejsou na omak postřehnutelné. Jelikož je potřeba zajistit bezpečný pohyb opravdu ve všech místech paluby, a to i tam, kam posádka tak často nechodí, je vršek nástavby vybaven jemným protiskluzovým vroubkováním, aby bylo možné lépe udržet rovnováhu i na nerovném povrchu nástavby.

Jednolitý povrch lodi bez zbytečných drážek a zákoutí je také důležitý z pohledu hygieny. Celý kokpit se dá jednoduše umýt a nečistoty spláchnout vodou. Paluba je přitom navržena tak, aby voda samovolně stékala zpět do moře a nevytvářela kaluže stojaté vody, které mohou časem zatuhnout.

5.3

5.4 Zorné podmínky

Se zornými podmínkami na palubě lodi je to horší, obzvláště tehdy, kdy loď pluje pod plnými plachtami, které do značné míry omezují výhled. Podle plavebních pravidel mají sice plachetní lodě před loděmi motorovými přednost a i jiná pravidla jsou sta-

novena tak, aby se zabránilo kolizím [25], i tak je potřeba dávat dobrý pozor na okolní plavidla. Zorné podmínky kormidelníka záleží na tom, kolik křídel je rozvinuto a v jaké pozici se právě nacházejí. Nejlepší zorné podmínky jsou samozřejmě ve chvíli, kdy loď pluje se skasanými křídly. Nejhorší zorné podmínky pak nastávají, jede-li loď pod plnými plachtami na zadní vítr. V takovém případě jsou křídla rozvinuta kolmo ke směru lodi a zamezují výhledu před loď, až na malé štěrbiny, které mezi křídly vznikají. I při jiném nastavení křídel je nemožné z kormidelníkovy pozice vidět celou okolní vodní plochu, proto je potřeba, aby pozorování okolí prováděl i zbytek posádky a to z rozdílných míst na lodi. Ve zvýšené hustotě provozu je pak dobré mít jednoho pozorovatele umístěného na přídi,

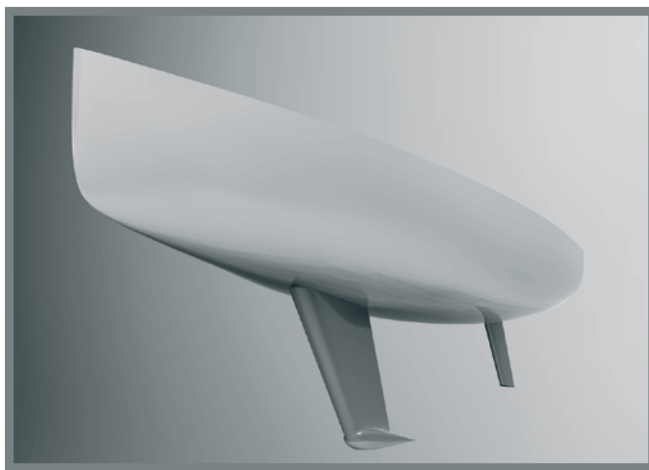
6 TVAROVÉ A KOMPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Základní tvarování lodi a všech prvků, které se zde nacházejí, vychází z funkce jednotlivých částí lodi. V některých oblastech se tedy nedají moc vymýšlet nové způsoby tvarování, v jiných je prostor pro vlastní inovaci a tvůrčí nápady větší.

6.1 Funkční tvarování

6.1.1 Trup

Je jasné, že mezi čistě funkční prvky patří tvar trupu, který se plně podřizuje své funkci. Má proudnicový tvar, tzn. že při pohledu shora se rozšiřuje asi tak do poloviny až dvou třetin své délky a poté se mírně zužuje. V průřezu pak tvar připomíná písmeno U nebo V. Z pohledu designéra se tedy ve vzhledu trupu dají učinit jen nepatrné změny jako například to, pod jakým úhlem vystupuje zád' a před' z vody, i zde se však jedná jen o jednotky stupňů. I přesto ale strmější se zvedající před' působí více dravě a sportovně, oproti pozvolněji stoupající linii. Také se může měnit štíhlost lodi (poměr její délky k šířce). Zde je třeba mít na paměti pohodlí posádky, ale i celkový dojem z lodi. Příliš úzká plachetnice nenabízí tolik komfortu, může působit stísněně a nestabilně. Moc široká plachetnice naopak působí těžkopádně a neohrabaně.



Obr. 6-1 samotný tvar trupu

K trupu patří také podponorové části loď, jimiž jsou kýl s balastem a kormidlo. Jedná se o čistě funkční prvky, které slouží ke správnému pohybu lodi a není možné je z designérského hlediska měnit. Pokud zrovna není plachetnice na břehu v suchém doku, nacházejí se pod hladinou vody a vizuálně neovlivňují celkový dojem z lodi.

6.1.2 Takeláž

Další výrazně funkčně tvarovanou částí lodi je křídlo, i když zde už je možné do kompozice více zasahovat. Mnou navržený systém a jeho následné tvarování, kdy se křídla skasávají a rozvinují pomocí pohybu po kružnici, který zajišťuje spodní ráhno a otočný bod na vrcholku stěžně, je velice dominantním a nepřehlédnutelným prvkem.

Samotné křídlo je symetrické, v průřezu má taktéž proudnicový tvar, který je převzat z křídla letadla. Křídlo se skládá ze dvou částí a to z přední, hlavní části a natáčecí klapky. Jednotlivá křídla se směrem vzhůru zužují, díky tomu je těžiště takeláže drže-

no nízko a křídla je možné jednoduše rozvíjet po kružnici se stejným středem otáčení. Tato tvarová proměnlivost a hmotové odlehčení v horní části takeláže navíc dodává plachetnici na dynamičnosti. Celkový sportovní charakter ještě podtrhuje obloukové zakončení horní části křídla, kdy rovná část směřuje dopředu a oblouk se nachází v části s klapkou. Křídla tak dostávají jasný, čitelný ráz, kdy jde na první pohled vidět kde je jejich přední a kde zadní část.



Obr. 6-2 křídlo - pohled na horní ráhno

Nosným prvkem celé takeláže je stěžeň, který nese dvě ráhna. Spodní ráhno je mohutné, protože je zde vedena celá mechanika ovládající křídla. Jeho základní charakteristikou je kruhová plocha, po které se pohybují křídla. Kruh je dominantním prvkem, a tak se i zbytek tvarování spodního ráhna nese v jednoduchém, geometrickém duchu. Kružnice ráhna je na stěžeň napojena dvěma úsečkami, které jsou na konci zakončeny obloukem a plynule tak navazují na onu dominantní kružnici.

Horní ráhno je v porovnání se spodním ráhnem subtilní. Jeho funkcí je pouze vedení tyčí od křídel. Stejně jako hlavní ráhno i malé, horní ráhno kopíruje tvar kružnice, napojení na stěžeň je ale organičtější, protože strohé geometrické formování vypadalo příliš těžkopádně. Pro upevnění dojmu vzdušnosti je ráhno duté a tvořeno je v podstatě svým obrysem.

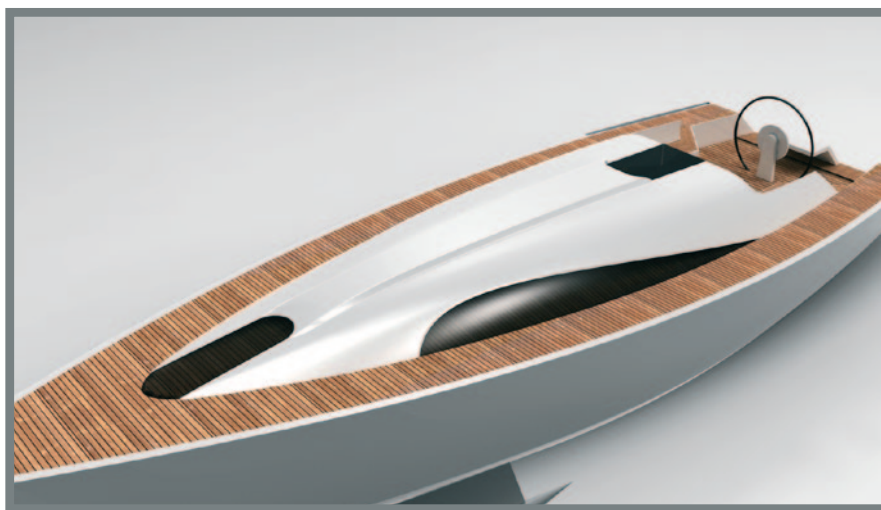
Samotný stěžeň se taktéž směrem vzhůru zužuje, čímž podtrhuje celkové tvarosloví, odlehčuje vršek a posouvá těžiště blíže k trupu. V průřezu je po obou stranách vypouklý, aby alespoň částečně korespondoval s tvarem křídel. Od spodního ráhna směrem dolů je stěžeň mohutnější a má kruhový průřez. Tak se dá snadno docílit požadovaného otáčení stěžně kolem své osy.

6.2 Volné tvarování

Ostatní části plachetnice jsou již tvarované mnohem volněji. I zde je sice na prvním místě funkčnost, dá se jí ale dosáhnout více způsoby.

6.2.1 Nástavba

U nástavby je dána její výška, která se odvozuje od výšky stropu v podpalubí a z velké části je dán i její půdorys, i když zde jsou možné různé drobné variace. V mém případě je půdorys čistý bez členění a výrazných změn. Vychází z křivosti boků lodi a na přídi je zakončen zaoblením. Nástavba se směrem k přídi snižuje, nejdříve hodně pozvolna, od místa, kde je vsazen stěžeň, pak pozvolněji. Po celé délce nástavby, od vstupního otvoru až po přední okno, vede středem jakási výztuha - lehce vyvýšený element, který u předního skla přechází do ztracena. Výztuha je napojena na samotnou nástavbu pomocí šikmé plochy. Z boku výztuhy jsou pak nainstalovány zavíratelné průduchy, které napomáhají cirkulaci vzduchu uvnitř lodě.



Obr. 6-3 nástavba

Po stranách nástavby se nachází vždy po jednom velkém okně, které je zčásti otevíratelné. Křivka okna je dynamická, směrem k zádi se prudce zužující. Podporuje dopředný pohyb lodi a opticky přidává plachetnici na aerodynamičnosti. Profil křivky bočního okna je převzat z podélného řezu trupem lodi.

Plocha oken je přiměřeně velká tomu, aby do podpalubí propouštěla dostatečné množství světla. V místě rozšíření navíc okna zastupují střešní poklopy, proto již není zapotřebí instalovat další střešní okno.

Třetí okno se nachází na přídi. Při pohledu shora okno v podstatě prodlužuje linii výztuhy s tím, že se pomalu rozšiřuje. Tato okenní plocha nejenže zajišťuje správné proudění vzduchu podpalubím, ale propouští značné množství světla i do jinak temné přídě. Opticky štěpí kokpit na dvě části, narušuje celistvou jednotvárnost paluby a působí dravým dojmem, přidávajícím plachetnici na živelnosti.

Stěžeň je zasazen do nástavby v místě výztuhy v její přední třetině. Přechod mezi stěžněm a nástavbou je docílen pomocí proměnného rádiusu. Nástavba a stěžeň tak působí celistvě, i když se jedná o dvě zcela oddělené části.

6.2.2 Kokpit

Dozajista tvarově nejsložitější částí lodi je kokpit, tedy místo určené k řízení lodi. Zde také posádka tráví většinu času. Nacházejí se tu po stranách dvě dlouhé lavice. Na zádi je sezení pro kormidelníka. Tvar kokpitu, respektive linie zahlobení kokpitu, kopíruje boční křivku plachetnice a volně přechází do otevřené zádě. Prostor pro sezení je

ve stejné výšce jako paluba, přechod mezi oběma částmi je plynulý a lavici od paluby odděluje pouze opěradlo. Tvar opěradla je dán tvarem nástavby, tzn., že z vnější části jde o relativně pozvolný oblouk, který přesně navazuje na boky nástavby. Opěradlo je kratší než samotná lavice a tvoří tak pozvolné odstupňování směrem k zádi. Navíc se tak dá na lavici sedět i šikmo vzad. Přechodu mezi lavicí a nástavbou uvnitř kokpitu je docíleno pomocí větších oblouků. Lavice i opěradlo jsou zakřiveny stejně. Při pohledu shora navazují sedací plochy na palubu pod úhlem 45° a otevírají tak zadní prostor kokpitu. Zkosení navíc nepůsobí tak staticky, jak by tomu bylo u rovných, pravoúhle navázaných prvků.



Obr. 6-4 kokpit

Lavice pro kormidelníka je v porovnání s lavicemi uvnitř kokpitu velice subtilní. Svou formou podtrhuje otevřenou, vzdušnou záď a nepůsobí v jinak otevřeném prostoru rušivě.

6.2.3 Výklopná plošina

6.2.3

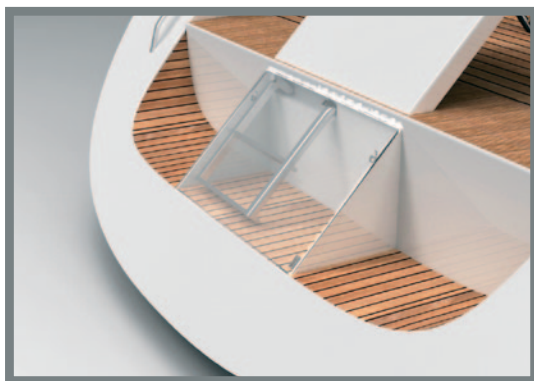
Na zádi z boku lodi se po obou stranách nacházejí relaxační plošiny. Tyto plošiny se využívají v době, kdy loď kotví jako rozšíření paluby a vhodné místo na opalování. Při vyklopení kopíruje vnější křivka plochu trupu, v zadní části je plošina zakončena shodně se zádí, vpředu pak na trup lodi navazuje oblou křivkou. Plošina je sestavena ze dvou částí a tak ji ve vodorovné pozici drží čtyři lana vedená z krajových částí zábradlí. V době plavby se obě plošiny zvednou, složí a ve vztyčené poloze zajistí. Vytvoří se tak plné zábradlí, které díky zkosení plošiny dynamicky navazuje na statické zábradlí lodi. Toto nově vzniklé zábradlí evokuje dojem rychlosti, podtrhuje dopředný pohyb lodi a koresponduje s celkovým charakterem plachetnice.

6.2.4 Zád'

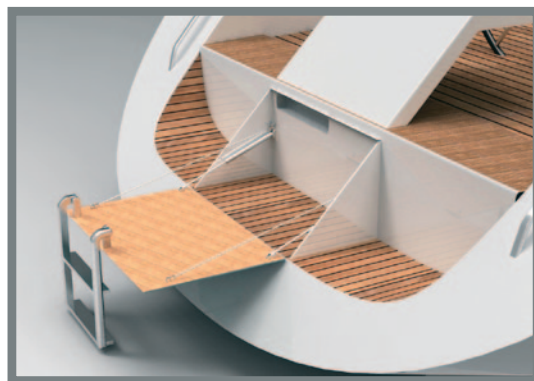
6.2.4

Zád' je tvořena šikmou plochou, vedenou pod úhlem 45° z koncového bodu trupu k palubě. Tato šikmá plocha je vykrojena do hloubky 40 cm a vytváří tak sníženou koupací plošinu, obvodové linky vykrojení do jisté míry kopírují tvar zádě, v horní polovině pak plynule navazují na křivku kokpitu.

Koupací plošina je rozdělena na dvě části zešikmenou plošinou, která přímo navazuje na sedadlo pro kormidelníka. Tento prvek zád' opticky zpevňuje a tvarově ji propojuje se zbytkem lodi. Zád' tak nepůsobí odtrženě, ale vnímáme ji jako nedílnou součást lodi. Šikmá plošina je navíc výklopná a slouží jako velká koupací plošina, která je vybavena krátkým žebříčkem pro usnadnění vstupu a zejména pak výstupu z vody. Při plavbě je žebříček sklopen a schován v útrobách koupací plošiny. Malé koupací plošinky po stranách zádě jsou přístupné i při plavbě.



Obr. 6-5 pohled do útrob sklopené plošiny



Obr. 6-6 otevřená koupací plošina

7 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

7

Jak již bylo řečeno v dřívějších kapitolách, na základě rozboru analýz, zvážení všech pro a proti a s vědomím budoucího vývoje, jsem se rozhodla navrhnout plachetnici, která bude poháněna pevným křídlem namísto plachty. V této kapitole se tedy podrobněji podíváme na konstrukci a funkci křídla, stejně jako na konstrukční parametry celé plachetnice.

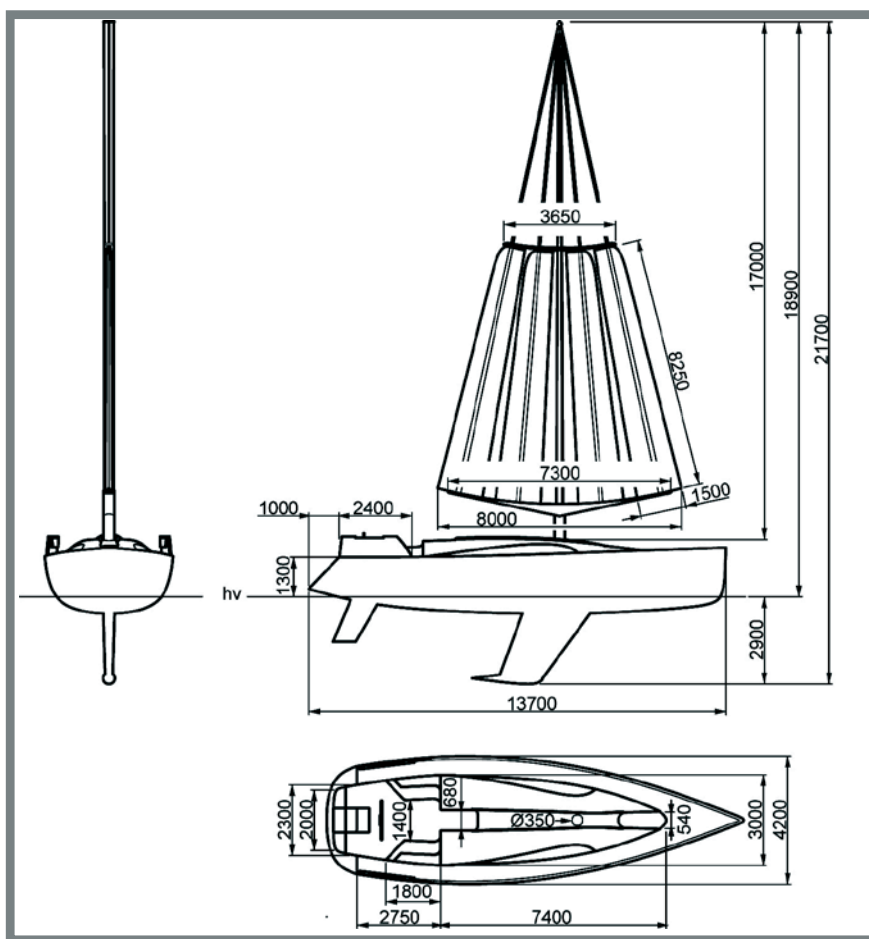
7.1 Základní parametry

7.1

Dříve, než se pustím do rozebírání detailů a popisu funkcí jednotlivých částí, je dobré si přiblížit základní rozměry navržené plachetnice a důležité hodnoty, které z nich vyplývají.

Lod' je dlouhá 14 m, šířka v nejširším místě činí 4,2 m. Ponor je 2,9 m, výška stěžně nad hladinou je 18,9 m. Délka zkosení zádě je 1,45 m, výška nástavby nad palubou je cca 0,5 m a její délka je 7,4 m. Z objemu podponorové části trupu vyplývá, že loď má výtlak přibližně 12 tun.

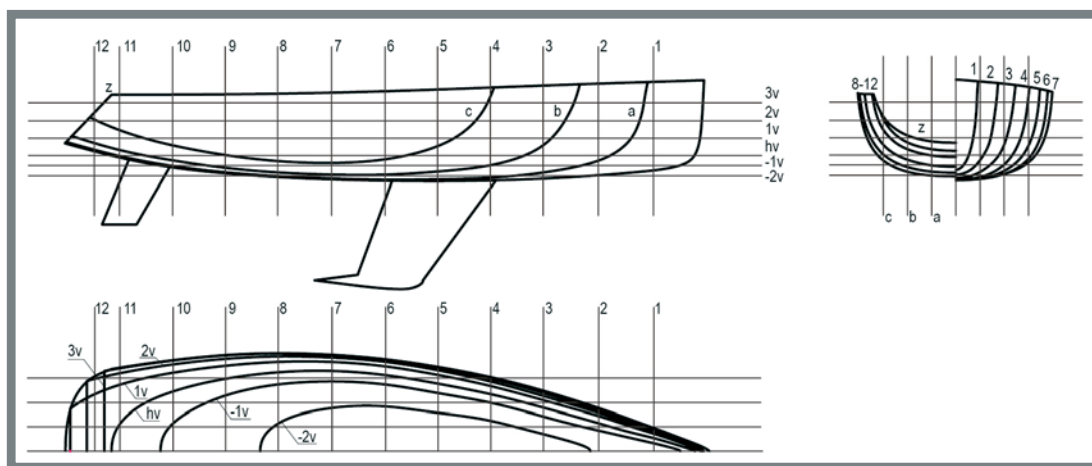
Rozměry takeláže jsou následující: Stěžň je vysoký 17 m, spodní ráhno je dlouhé 7,3 m, vrchní ráhno má 3,65 m. Samotné křídlo má potom ve spodní části délku 1,5 m a šířku 0,35 m, v horní části je to pak 0,83 m na délku a 0,17 m na šířku. Maximální rozpětí křídel činí 8 m.



Obr. 7-1 hlavní rozměry lodí

7.2 Trup

Základní tvar každého trupu je ověřen léty vývoje, proto je jasné, že v tomto směru nemohu přijít s čímkoli novým. Celkový návrh nového trupu je záležitost nesmírně složitá a v rámci diplomové práce není v mých silách tento obor obsáhnout. Ve svém návrhu jsem tedy vycházela z plánů lodí dostupných na internetu [23] a z hlavních parametrů plachetnice Grand Soleil 43' [24]. Výsledná geometrie trupu je znázorněna na obrázku níže.



Obr. 7-2 geometrie trupu

7.3 Křídlo

V otázce pohonu plachetnice pomocí křídla je mnohem více prostoru pro vlastní invenci než v případě návrhu trupu, protože se jedná o mladý vynález a v reálu se zatím využívá ve své nejjednodušší formě, která není uživatelsky úplně příjemná. Nejvíce nevyřešenou otázkou je nemožnost skasání dosavadních křídel. Skasání zde nahrazuje možnost volného pohybu stěžně o 360° kolem své osy. V takovém případě je účinnost křídla nulová, protože se vždy natočí proti větru tak aby mělo co nejmenší odpor. Pokud potřebujeme plout na zmenšenou plochu plachet, například v případě silného větru, je potřeba celé křídlo sundat a nahradit ho jiným, menším.

V mém návrhu mi šlo o to, přijít se systémem, který umožní alespoň částečné skasání křídel a bude ho tak možno využívat za jakýchkoliv podmínek i méně zkušenou posádkou.

7.3.1 Hydraulika

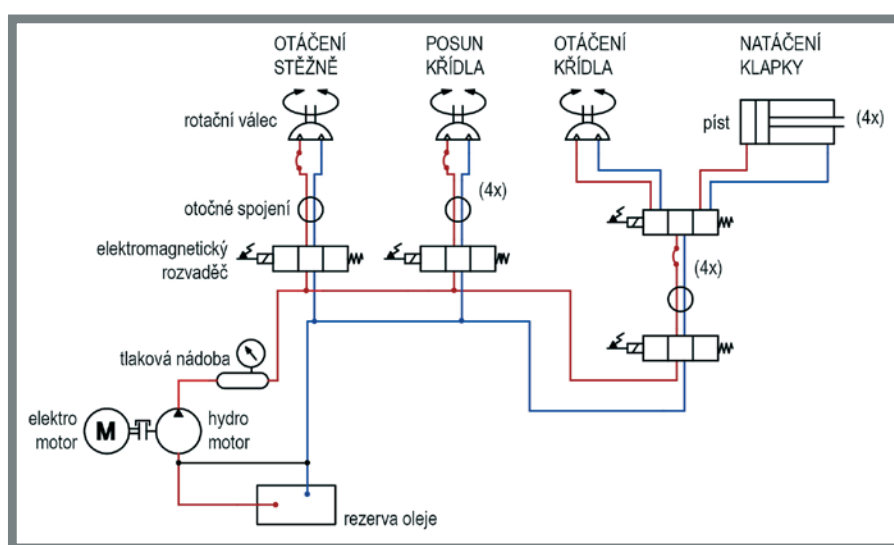
Celý systém oplachtění sestává ze čtyř lamel, kde každá lamela má profil křídla. Tyto lamely se pohybují po kruhových výsečích - tím se rozvinují nebo skasávají - a navíc je každá lamela samostatně otočná, díky tomu se každé křídlo natáčí k větru individuálně a loď tak tvoří jakýsi vícestěžník. Křídlo je poháněno hydraulikou, která zajišťuje otáčení celého stěžně, rozvíjení a skasávání křídel, natáčení samotných křídel a jejich klapky. Křídla jsou posazena na otočném stěžni, který může rotovat 360° kolem své osy. Křídla jsou symetrická (při pohledu shora) a obsahují natáčecí klapky, díky tomu může loď plout stejně efektivně jak na pravoboční, tak levoboční vítr.

Pohyby křídel a stěžně jsou řízeny centrálně ze tří na sobě nezávislých stanovišť. Nejsofistikovanější z nich je hlavní ovládání, umístěné ve středu kormidelního kola. Další

ovládací pult je dosažitelný z kokpitu a poslední se nachází v podpalubí. Dvě přídatná stanoviště slouží jako pomocné a bezpečnostní prvky v případě, že je potřeba udělat více úkonů současně nebo selže-li hlavní ovládací centrum.

Mechanismus hydrauliky je ukryt v útrokách hlavního ráhna a ve spodní, kruhové části stěžně.

Celý systém pohání elektromotor, který je napojen na hydromotor. Ten pohání proudění kapaliny v celém mechanismu. Každá větev je řízena prostřednictvím elektromagnetického rozvaděče, který přebírá impulzy z řídicího centra. Všechny pohyby křídla, s výjimkou natáčení klapek, přenáší rotační válec, a to buď přímo (otáčení stěžně, otáčení křídla) nebo nepřímo, přes ozubený řemen (posun křidel). Natáčení klapek řídí dvojcestný píst. Spoje, které jsou vůči sobě v rotačním pohybu, jsou spojeny pomocí otočného spojení, které zajišťuje, že se napojené hadičky nepřekrčují [26].



Obr. 7-3 hydraulické schéma

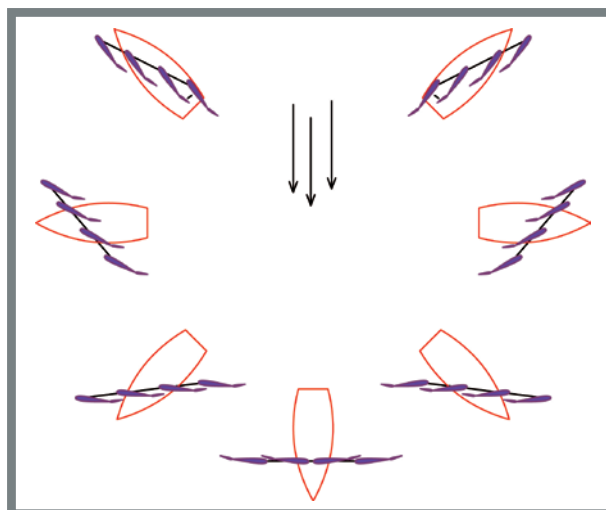
Schéma je pouze orientační a ukazuje způsob fungování hydrauliky v křídlech, proto zde chybí mnoho důležitých prvků, které by byly součástí funkčního schématu. Jedná se například o různé pojistné ventily, tlumiče hluku apod.

V případě selhání hydrauliky je možné nouzově ovládat křídlo také manuálně. Nejdříve je potřeba zbavit hydraulický mechanismus tlaku v oleji. Přebytný olej vteče do rezervoáru. Poté je možné pomocí kliky otáčet ozubeným řemenem a křídla posouvat po stěžni. Samotné nastavení křidel lze pak nastavit ručním otočením křídla do požadované polohy.

7.3.2 Nastavení křidel vůči větru

Nastavení křidel se dá ovládat plně manuálně nebo může polohování řídit software. Předpokládané nastavení křidel vůči větru je stanoveno na základě polohy plachet u klasických jednoráhnových plachetnic.

Díky vlastnostem pevných křídla může loď plout ostřeji na vítr než je tomu v případě lodě, poháněné plachtou. To znamená, že při křížování proti větru pluje loď s křídly po přímější trase - úhly mezi jednotlivými kurzy jsou menší.

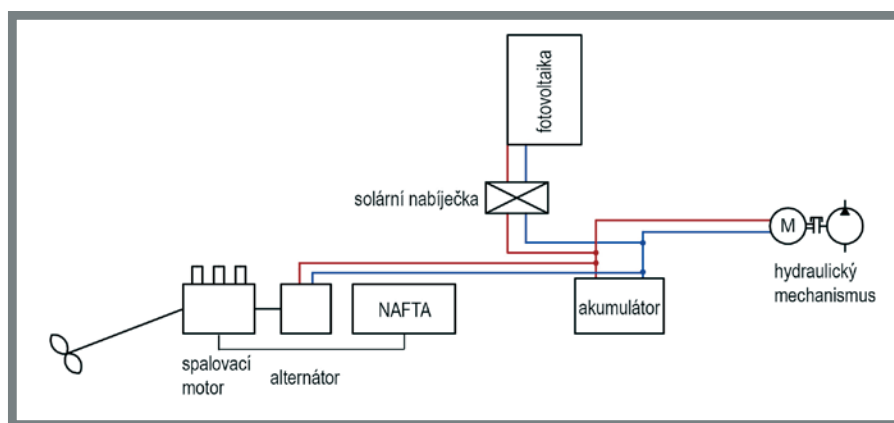


Obr. 7-4 předpokládaná poloha křídel vůči větru

7.3.3 Fotovoltaika

Celá plocha křídla je potřena fotovoltaickým nátěrem, který funguje na bázi polovodičových nanočástic, které jsou vmíchány do barvy nebo inkoustu. V současné době se účinnost solární barvy pohybuje do 3%, ale je jen otázkou času, než se podaří účinnost zvýšit. Otázkou solární barvy se v současnosti zabývá hned několik vědců, kdy každý pracuje s jiným složením částic. Například Brian Korgel z Texaské univerzity v Austinu pracuje s nanočásticemi, které se skládají z mědi, india, galia a selenu, označení těchto chemických prvků je Cu, In, Ga, Se, proto se označují jako tzv.: CIGS nanočástice [27].

Prashant Kamat a jeho tým z univerzity v Notre Dame zase pracují s nanočásticemi na bázi oxidu titaničitého, v roztoku sulfidu kadmia, nebo selenidu kademnatého [28].

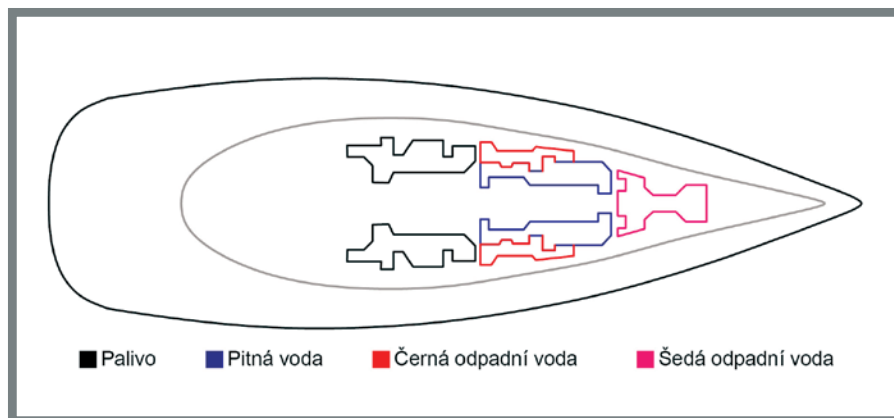


Obr. 7-5 zapojení fotovoltaiky

7.4 Nádrže

Každá loď musí nést nádrže pro palivo, pitnou a odpadní vodu v přiměřené velikosti k lodi a k počtu osob v posádce. Na lodích o délce pohybujících se kolem čtrnácti metrů se velikosti nádrží pohybují kolem 220 litrů pro palivo a 360 litrů pro vodu.

Nádrže je třeba umístit tak, aby co nejméně narušovaly stabilitu lodě. To znamená, že nejlepší je jejich polohu co nejvíce přiblížit těžišti lodě. Je třeba také počítat s tím, že voda i palivo se postupně spotřebovává, a tak se stabilita plavidla v průběhu plavby mění. I když není prakticky možné dosáhnout stejné stability s naplněnými, poloprázdnými a prázdnými nádržemi, snaha je taková, aby byl rozdíl mezi jednotlivými případy co nejmenší. Navíc je potřeba myslet na snadné napouštění nádrží. Nádrž umístěná ve středu lodi je sice z hlediska stability nejlepší, bude však podstatně komplikovanější ji naplnit.



Obr. 7-6 rozmístění nádrží

7.5 Motor

7.5

Plachetnice je vybavena přídavným dieslovým motorem, aby byla loď ovladatelná i za bezvětrí či v případě, kdy nelze použít k pohonu křídla, ať už z důvodu poruchy nebo například při manévrování v přístavu, kde je zakázáno plout pod plachtami. Motor je umístěn v ose lodi, v prostoru pod schody do podpalubí, odkud je také přístupný (po odklopení schodů). Lodní vrtule ústí před kormidlem. Loď je navíc vybavena přední manévrovací vrtulí, která je umístěna v přídi lodi a pomáhá s jemným manévrováním v přístavu. Zajišťuje boční pohyb přídě vpravo nebo vlevo, podle směru rotace vrtule.

7.6 Kotevní mechanismus

7.6

Kotva je jediná věc, která je schopná opravdu zastavit loď. Nevhodný kotevní mechanismus může vést k nebezpečným situacím, které mohou vyústit až ke zranění nebo dokonce i smrti. Celý kotevní mechanismus se skládá ze samotné kotvy, kotevního řetězu (případně lana, okovů nebo drátu), navíjecího vrátku, úložiště řetězu a elektrického ovládání vrátku.

Místo pro řetěz je vyhrazeno na přídi lodi

Kotva může být připevněna k lodi pomocí různých prvků. Zaručeně nejrozšířenějším je použití řetězu. Pro to existuje několik důvodů:

1. Řetěz se neodírá o skály, korály nebo jiné podvodní předměty.
2. Hmotnost řetězu vytváří prověšení (řetězová křivka), které tlumí nárazy.
3. Při použití vhodného vrátku a kotevního zámku se řetěz samostatně odvíjí a navíjí.
4. Hmotnost řetězu zvyšuje sílu, kterou je loď držena na místě.

Nevýhody při použití řetězu jsou následující:

1. Řetěz je mnohem těžší než lano.
2. Řetěz je dražší než lano.
3. S výjimkou krátkých a malých řetězů, řetěz nemůže být ovládán ručně a vyžaduje užití vrátku, který také zvyšuje váhu a cenu lodi.
4. Lano má velkou elasticitu a schopnost se natáhnout a tak lépe absorbuje nárazy. (řetěz, jakmile je napnutý – např. v trvale silném větru – nedokáže tyto nárazy tlumit..

8 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

8

Nejrozšířenější barvou na plachetnicích a lodích obecně je bezesporu barva bílá. Tato barva je populární z mnoha praktických důvodů. Působí čistě, svěže a elegantně. Nepřitahuje světlo a teplo, tím pádem se loď pod přímým slunečním svitem tak nerozpálí a je příjemná na dotek. Zaslouží si mořskou sůl, která je na lodi snad všudypřítomná, nelze na bílém podkladu na první pohled vidět.

Velice elegantně pak působí lodě z opačné barevné škály - lodě černé. Černá barva evokuje eleganci, luxus a přepych. S mírou volená černá barva dodává lodi šmrnc, ovšem je potřeba dobře rozmýšlet, na které části lodi barvu použijeme. Například vnější povrch trupu je celkem vhodný pro tmavý nátěr, protože je plocha neustále omývána studenou vodou a nikdy se tolik nerozpálí. Nevhodná je pak například černá paluba, která se při silném slunečním svitu může zahřát až tak, že je nepříjemné, ba někdy dokonce i nemožné na ní setrvat, či se jen dotknout obnaženou částí těla.

8.1 Barva trupu

8.1

Trup je nejvíc kompaktní hmotou na celé lodi, proto i jeho barva bude dominovat celé plachetnici a dávat jí celkový ráz. Jeho tvar je čistý, bez složitého členění, čímž se celková barevnost ještě více podtrhne. Jak již bylo řečeno výše, nejrozšířenější barvou trupu je bílá a velice populární, hlavně v posledních letech, je barva černá. V otázce praktičnosti je dozajista vhodnější barva bílá, její velkou nevýhodou je její stereotypnost. Loď natřená bílou barvou opticky hned zařadíme mezi ostatní lodě, i kdyby byla sebezvláštněji tvarovaná. Naopak černý trup zajistě na první pohled upoutá naši pozornost. Tato barva mi ale nepřijde vhodná, ať už kvůli drobnostem, jako je větší zahřívání povrchu či větší náročnost při čištění, ale také tmavší barvy jsou na podkladu vody a oblohy mnohem hůře viditelné než barvy světlé. Zejména menší lodě, kam se řadí i navržená plachetnice, je možné při pozorování z větší dálky úplně přehlédnout.



Obr. 8-1 zvolená barva trupu

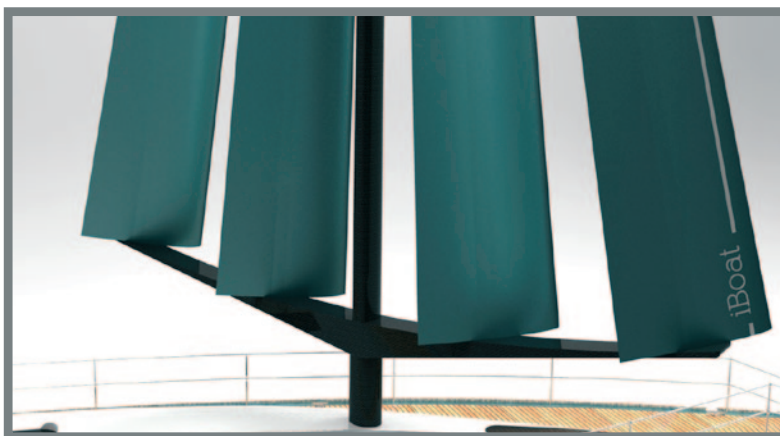
Barvu trupu jsem tedy volila tak, aby nesla výhody z obou dvou řešení, a tím pádem vyhovovala následujícím podmínkám: Musí být dobře viditelná, snadno se udržovat, být příjemná na dotek i při velké sluneční aktivitě. Zároveň však musí být na první pohled rozeznatelná mezi množstvím jiných lodí.

Zvolila jsem barvu stříbřitě šedou s modrým nádechem. Jedná se o barvu světlou, blízkou barvě bílé, proto si zachovává všechny její přednosti. Na druhou stranu je ale dostatečně rozdílná, aby dokázala vzbudit pozornost. Stříbřitě šedá je neutrální barva, modrá příměs ji dodává lehce studený nádech a tak subjektivně působí chladněji. I to může být v rozpáleném Středomoří výhodou.

8.2 Křídlo

Barevnost křídla je do jisté míry ovlivněna aplikovaným fotovoltaickým nástřikem. Dnes je sice možné vyrábět i různě barevné fotovoltaické články, jejich účinnost se ale mění v závislosti na zvolené barvě. I v případě nástřiků se dá předpokládat, že rozsah použitelných barev bude větší, ovšem je jasné, že tmavé a modré barvy budou mít účinnost vyšší než světlé a odrazivé barvy. Volba modré barvy je vhodná také z hlediska již použité barvy na trupu

Barevně se tedy křídlo podobá barvě trupu, při bližším zkoumání však poznáme že, se celý nátěr skládá z kapiček modré barvy o různé intenzitě podobně, jak je tomu v modrých fotovoltaických článcích.



Obr. 8-2 křídla zblízka

8.3 Paluba

Celá paluba je pokladena teakovým dřevem. Teaková podlaha působí příjemným teplem dojemem a je velice příjemná na dotek - má lepší tepelnou kapacitu než laminát nebo karbon a tak se po ní lépe chodí i naboso. Teak je přírodní materiál, který už sám o sobě zpřijemňuje prostor, který se tak stává více osobním. Jeho podstatou a barevností ho řadíme mezi barvy teplé, dodává tak na jinak studeně působící loď přirozený akcent. Barva teaku je příjemně matně hnědá s nádechem do žluta. Díky jeho využití už dále není třeba přidávat na loď další akcent, který by mohl působit násilně a nepatříčně. Přírodní materiály se navíc hodí snad ke každé barvě, proto i v případě jiného konečného zbarvení trupu a křidel bude teak vždy zastávat svou funkci, ať už bude v kontrastu, či v harmonii se svým okolím. Podlaha je vyložena teakovými palubkami tak, že kopírují tvar lodí, lemují okraje a poklopy v palubě.

Součástí paluby je také nástavba, která svou velikostí zabírá značné místo. Její barevnost bude dominantou pro posádku na palubě, protože pro ni je nezpozorovatelná vnější barva trupu. Jde vlastně o barevnost uvnitř barevnosti. Z hlediska aplikace to znamená, že paluba může být tónována nezávisle na celkové barevnosti lodi, ovšem při celkovém pohledu by neměla působit rušivě. Pro tento prostor jsem zvolila tolik populární klasickou bílou barvu. Bílá barva, jakožto barva barva neutrální, skvěle doplňuje v podstatě jakoukoli jinou barvu. Nástavba zde slouží jako předěl mezi dvěma podobnými barvami na trupu a křídlech. Díky tomu se trup a křídla neslívají a působí odděleně, tak jak mají. Bílá barva na palubě je vhodná i pro snadnou údržbu, jak již bylo zmíněno výše.

8.4 Detaily

8.4

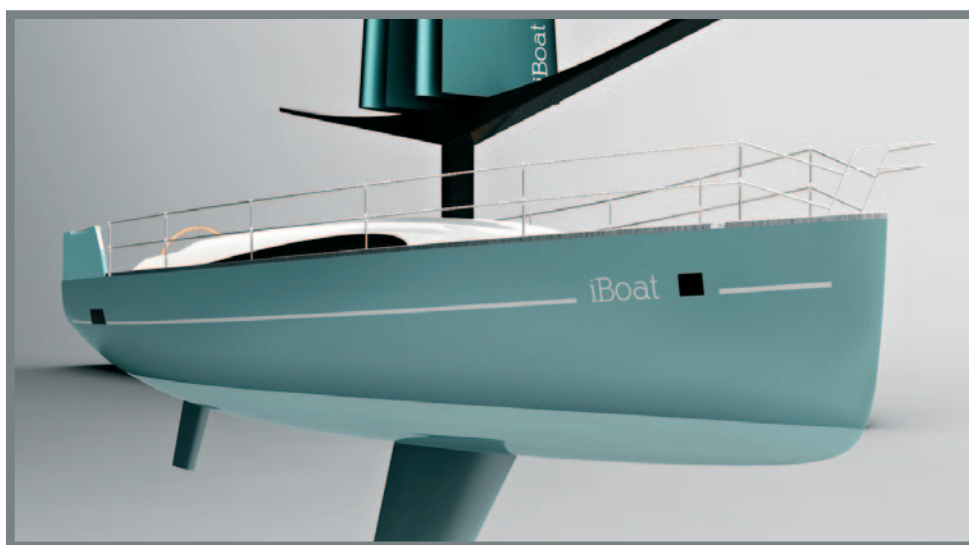
Plachetnice obsahuje mnoho detailů, které při celkovém pohledu nejsou takřka postřehnutelné. Při bližším zkoumání ale zjistíme, že se jedná o docela velké množství prvků, jejich barevná synchronizace je tedy na místě, protože změť různých materiálů a barev, ať už by byly sebevíce sladěné s nejbližším okolím, by působila chaoticky a nesystematicky.

Jedná se zejména o zábradlí, madla, žebřík do vody, vazáky a různé kování a úchyty. Všechny tyto prvky jsou navrženy z nerez. Nerez jako materiál působí ušlechtilé a odolně, navíc se svými vlastnostmi hodí do vodního prostředí. Jeho rozšířenost i mezi běžnými věcmi má za následek, že neurazí a vždy bude působit tak, že do prostoru patří, podobně jako je tomu u teakové podlahy. Jeho stříbrná neutrální barva dobře doplní každý nátěr.

8.5 Grafika

8.5

Lod' má na sobě jemnou grafiku ve formě jednoduchého nápisu a proužku. Takto nepřebíjí čistotu tvaru, ba naopak, spíše ho podtrhuje. Grafika je aplikována na lod' ve dvou místech a to na trupu a na křídle. Na trupu se nápis nachází na přídi, kousek za předním okýnkem. Výška textu je stejná jako výška oken. Na nápis navazuje tenký proužek, který se táhne po boku celé lodi. Ten opticky spojuje přední a zadní boční okénko tak, že navazuje na spodní část oken.



Obr. 8-3 grafický prvek na trupu

Druhé vyhotovení stejné grafiky se nachází na jednom z křídel takeláže. Písmo i pruh je tu orientováno svisle, zespoda nahoru. Umístění je voleno tak, aby šla grafika vždy vidět, ať už je křídlo jakkoli složeno. Zbylá tři křídla jsou ponechána čistá, bez jakéhokoli grafického prvku.



Obr. 8-4 grafika na křídle

Jednoduchý, světlý motiv je zvolen záměrně také z jiného, mnohem prozaičtějšího důvodu. Každá loď má své unikátní jméno, které se může v průběhu let měnit, zvláště když loď mění majitele. Jména často odkazují na konkrétní událost, vlastnost či vzpomínku a každý majitel má právo si zvolené jméno vyobrazit podle svého uvážení. Jména lodí jsou většinou situována na zádi, a to proto, aby byl nápis snadno čitelný z mola v přístavu. Jedná se vlastně o rozpoznávací značení lodí.

Je jasné, že každý tvůrce nápisu se jménem, které je často doprovázeno logem, značkou, či piktogramem, má jiný vkus, a tak mohou vznikat nápisy všemožných tvarů a barev. Jemná, nerušivá grafika na trupu a křídle plachetnice se tak nebude bít se jménem lodi, i když půjde o sebevýraznější motiv.

9 DALŠÍ FUNKCE DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU

9

9.1 Psychologická funkce

9.1

První dojem, ať už pozitivní či negativní, v nás zanechají barevnost a tvarování. Tvar navržené lodi působí sportovně, evokuje tedy pocit rychlosti a síly. Čistě sportovní lodě jsou ale velice strohé, často až neosobní. Takové plachetnice nemají nic navíc, co by mohlo snižovat jejich výkon u závodu. Komfort posádky je zde odsunut na druhou kolej. Aby tak nepůsobila i navržená loď, paluba je členěna právě s důrazem na příjemný pohyb posádky. Kormidelník má vyhrazený prostor, pohodlně tak může loď vést, aniž by se mu další členové posádky pletli do cesty.

V otázce barev celkově loď působí spíše studeně. Modrý nádech na trupu působí převládajícím, uklidňujícím dojmem. Modrá barva symbolizuje důvěru a spolehlivost, což se k lodi více než hodí. V přírodě je modrá zastoupena právě ve vodě a obloze, tedy na rozhraní dvou prostředí, v nichž se plachetnice pohybuje.

Teplý nádech jí dodává hnědá barva zastoupena v podobě přírodního dřeva - teaku. Její umístění na lodi je na palubě, tedy pro vnějšího pozorovatele, zejména z větší dálky, není postřehnutelná. Samotné posádce však dodává pocit domova a jistoty [29].

Jediným výrazným barevným prvkem je červené, bezpečnostní tlačítko umístěné v centru kormidelního kola. Toto tlačítko vypíná hydraulický systém, křídla se tak samostatně natáčí vůči větru a ihned ztrácí účinnost, což má za následek odpadnutí lodě od větru a zpomalení. Zejména při plavbě je toto tlačítko určeno pro výjimečné situace, proto je zvýrazněné červenou výstražnou barvou. Také centrální umístění dodává tlačítku na důležitosti.

Samotné ovládání lodi je pak relativně jednoduché. Není potřeba mnoha lanoví a příslušenství pro práci s ním. Práce s lanovím je navíc dost fyzicky náročná a mnohdy vyžaduje k obsluze větší počet lidí. Za normálních podmínek zvládne obsluhu plachetnice s křídlem jediná osoba. Jednoduchost ovládání navíc zaručuje, že si plavbu užije i úplný začátečník. S nastavováním křídla pomáhá „autopilot“, který vyhodnocuje údaje, jako je například směr a rychlost větru, a na základě těchto informací natáčí křídla do optimální polohy. Automatické ovládání křídel lze vypnout, a tak se může kormidelník postupně učit taje správné plavby.

9.2 Sociální funkce

9.2

Plachtění se stává čím dál oblíbenější a dostupnější i pro běžné lidi. Cílovou skupinou pro tento produkt tedy nejsou jen bohatší obyvatelé, kteří mají prostředky pro koupi a následnou údržbu a skladování lodi, ale také například různé charterové společnosti, které se zabývají půjčováním a pronájmem nejrozličnějších lodí. Plachetnice s křídlem by si jistě našla své zájemce.

Jelikož je možné, aby byla křídla ovládána plně automaticky, je plachetnice vhodná i pro začátečníky. Je to vhodný způsob jak si vyzkoušet plachtění i pro zájemce, kteří holdují spíše motorové sekci lodí. Zapnutí automatického nastavování křídel vlastně do jisté míry supluje otočení klíčku v zapalování. Plachetnice s křídly by se dala označit za jakýsi přechod mezi motorovými jachtami a plachetnicemi.

Je jasné, že jak klasické plachetní, tak motorové lodě budou mít své zaryté zastánce, kteří plachetníci s křídly už z principu odmítnou. Na druhou stranu má toto plavidlo potenciál oslovit zájemce z obou stran námořního spektra.

Díky jednoduchému centralizovanému ovládání je plachetnice vhodná také pro rodiny s dětmi. Z pozice u kormidla je možné loď plnohodnotně řídit, což s přehledem obstará jediný člověk. Samotné řízení si tak, samozřejmě s dohledem, mohou vyzkoušet i samotné děti, což na klasických plachetnicích není moc možné, protože práce s lanovím je mnohdy velice fyzicky náročná. V mnoha případech je také důležitá rychlost a synchronizace posádky a v takových případech mohou děti dokonce i překážet a pro ně samotné pak zážitek z jízdy nemusí být optimální. U plachetnice poháněné hydraulikou si tak děti mohou vyzkoušet i samotné ovládání křídel a poznat, jak loď reaguje na jejich pokyny. V případě zbrklosti či paniky ze strany dítěte, když se například v důsledku špatné manipulace dostane loď do nebezpečného náklonu, je vždy možné rychle zasáhnout stlačením červeného pomocného tlačítka, které je umístěno ve středu kormidelního kola, a tak loď rychle odpojit od hydrauliky. Křídla se automaticky stočí tak, aby měla vůči větru co nejmenší odpor, a loď se tak vyrovná.

9.3 Ekonomická funkce

Plachetnice nepatří do kategorie levných sériově vyráběných výrobků, proto jeden či dva miliony navíc z její výsledné ceny nehrají velikou roli. Výroba takových lodí probíhá na zakázku, proto je možné se do jisté míry řídit požadavky zákazníka. Například barevnost lodi je čistě záležitostí vkusu a je zbytečné lidem vnucovat navrženou stříbřitě šedomodrou barvu, pokud je zákazník zastáncem klasické bílé. Vysoké náklady umožňují použití těch nejlepších materiálů a není potřeba dělat kompromisy a úlitby tak, aby se cena snížila o pár korun dolů.

Vyšší investice v podobě pořizovací ceny je navíc nahrazena komfortem a jednoduchostí v ovládání. Také cenová návratnost je lepší než v případě klasických plachetnic, a to zejména v oblasti takeláže. Tkané plachty také nepatří mezi nejlevnější záležitosti, obzvláště jde-li o ty kvalitnější z nich, přitom je mnohem snazší je poškodit, znehodnotit nebo úplně zničit. Znehodnocení plachet lze dosáhnout pouhým špatným užíváním a i při sebelepším zacházení se každá plachta časem opotřebuje a je potřeba ji vyměnit. Plachty také mohou začít plesnivět, zejména jsou-li špatně uloženy na zimu. Naproti tomu křídla zplesnivět nemohou, případný povlak z nich jde snadno umýt. I při nesprávném užívání se nemohou roztrhnout nebo vyvěsit. I kdyby k většímu poškození došlo, což se při běžných podmínkách nemůže stát, loď je stále ovladatelná i se třemi křídly.

Celková energetická náročnost lodě s křídly je samozřejmě vyšší, neboť celá hydraulika lodi je poháněna pomocí elektromotoru. Potřebnou energii ale loď získává z fotovoltaiky na křídlech. Jelikož oblast, pro kterou je loď navržena, tedy oblast Středomořího moře, je známá vysokou sluneční aktivitou, jsou potřeba minimální náklady na energetický pohon lodi. Energie získaná ze Slunce také zajišťuje ohřev teplé vody či osvětlení na lodi, takže není potřeba baterii dobíjet pomocí motoru.

ZÁVĚR

Výsledkem mé diplomové práce je návrh plachetnice, která nese namísto plachet soubor několika křídel. Křídla jsou v oblasti mořské plavby mladou aplikací a v praxi se zatím vyskytují jen ve své nejčistší podobě. Ve svém návrhu jsem se snažila hledět do budoucnosti a vývojově posunout tento ambiciózní způsob pohonu lodí dál.

Plachetnice je velice komplexní stroj a není v mých silách pojmout všechny problémy, spojené s návrhem plnohodnotné lodi. Zejména po technické stránce je má diplomová práce jakousi vizí, která sice má určitý potenciál, ovšem vychází pouze z teoretických poznatků, získaných během roční práce na tomto projektu.

I přes to všechno věřím, že se mi podařilo navrhnout zajímavé řešení, které je možné po teoretické stránce sestrojit a bylo by funkční. Pracovala jsem v duchu toho, že v návrhu se musí hledět do budoucnosti, neboť navrhovat věc současnou nemá z pohledu designu moc smysl, protože v případě, že by taková věc šla do výroby, by v moment svého uvedení na trh již byla zastaralá.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HYNEK, Vladimír a Petr KLUČINA. *Válečné lodě: lodě veslové a plachetní do roku 1860*. Praha: Naše vojsko, 1985. ISBN 28-053-85.
- [2] CHANT, Chris. *Encyklopedie plachetních lodí: (2000 př. n. l. - 2006 n. l.)*. 1. vyd. Ilustrace John Batchelor. Čestlice: Rebo, 2006, 318 s. ISBN 80-7234-550-8.
- [3] KLUČINA, Petr. *Lodě veslové a plachetní*. Vyd. 1. Litomyšl: Paseka, 2005, 77 s. Historický obrazový atlas. ISBN 80-7185-743-2.
- [4] NYGRÝN, Pavel. S větrem do dalek. In: *Historie web.cz* [online]. 7. 12. 2011 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.historieweb.cz/s-vetrem-do-dalek>
- [5] *Plachetnice*. Aut. kol. ; Ved. kol. J. Vrátný ; Il. Jiří Švec. 1. vyd. Praha : SNTL, 1980. 166 s. (Polytechnická knižnice. Řada 3 : Udělejte si sami ; Sv. 73).
- [6] Nebojte se řízení modelu plachetnice. In: *Lodě: články* [online]. 14.4.2005 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://www.mo-na-ko.net/lode-plachteni.htm>
- [7] VRANA, Ivan. *Jachting*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1990, 126 s. Sport. ISBN 80-703-3016-3.
- [8] STEWARD, Robert M. *Boatbuilding manual*. 2d ed. Camden, Me.: International Marine Pub. Co., c1980, xii, 240 p. ISBN 08-774-2130-7.
- [9] HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011 [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering.
- [10] GERR, Dave. *Boat mechanical systems handbook how to design, install, and recognize proper systems in boats*. Camden, Me: International Marine/McGraw-Hill, 2009. ISBN 978-007-1643-344.
- [11] Wally Sail. *Wally* [online]. © 2012 [cit. 2012-14-12]. Dostupné z: <http://www.wally.com/esense/>
- [12] MCCORMICK, Herb. Grand Soleil 43: A Grand Union. *Cruising world*. 2009. Dostupné z: http://grandsoleil.net/public/seatrials/GS%2043_Cruising%20World.pdf
- [13] Conrad 115: family sail cruiser. *Conradshipyard* [online]. c 2011 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://www.conradshipyard.com/>
- [14] MARLIN Yacht by Demetrius Tanase: A Bridge between Nature and Mankind. *Tuvie: design of the future* [online]. © 2013 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com/marlin-yacht-by-demetrius-tanase-a-bridge-between-nature-and-mankind/>
- [15] *Eryd open* [online]. 2009- [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.eryd.com/erydopen/eng/index.php>
- [16] The Maltese Falcon (yacht). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 30.12. 2012 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Maltese_Falcon_%28yacht%29
- [17] Hydrofoil Sailing Yacht Designs. In: *A distinctive world* [online]. © 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.adistinctiveworld.net/hydrofoil-sailing-yacht-designs/>

- [18] 57-meter Super SailYacht „Green Jet“. In: *Yacht Forums* [online]. ©2000 - 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.yachtforums.com/features/t-future-concept-57m-super-sailing-yacht-9115.html>
- [19] Radical New Concept: „Split Mast, Swing Sail“. In: *Yacht Forums* [online]. ©2000 - 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.yachtforums.com/forums/general-sailing-discussion/14935-feature-radical-new-sailboat-concept-twin-masted-swing-sail.html>
- [20] Létaající jachta: Proč omezovat fantazii. In: *Dream life* [online]. 18.6. 2011 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.dreamlife.cz/magazin-luxusu/lode-letadla/leta-jici-jachta-proc-omezovat-fantazii/article.html?id=2586>
- [21] ELKAIM, Gabriel H. An Autonomous Wing-Sailed Catamaran: Ph.D.Thesis. In: *Catalyst: Journal of the Amateur Research Society*. London: Amateur Yacht Research Society, 2004, s. 21-36
- [22] NEAL, Mark, Colin SAUZ'E a Barry THOMAS. DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, Aberystwyth University. *Technologies for Autonomous Sailing: Wings and Wind Sensors* [online]. 2009 [cit. 26.11.2012]. Dostupné z: <http://cadair.aber.ac.uk/dspace/bitstream/handle/2160/3103/IRSC.pdf?sequence=2>
- [23] Hull Lines. In: *Free boat plans* [online]. © 2012 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: http://pkboatplans.com/files/07-A1_Hull_Lines.pdf
- [24] Specifications. *Grand Soleil* [online]. 2009 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.grandsoleil.net/model.php?m=43&s=Specification>
- [25] KOCFELDA, Pavel. *Vůdce rekreačního plavidla* 1. vyd. V Praze: Nakladatelství T, 2003, 31 s. ISBN 80-862-4311-7.
- [26] *Stránský a Petržík* [online]. © 2013 [cit. 2013-05-7]. Dostupné z: <http://www.stranskyapetrzik.cz/pneu/uvod/menu/>
- [27] GROHMANN, Jan. Solární články ve spreji. In: *Ekologické bydlení* [online]. 22. 2. 2011 [cit. 2013-05-7]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/solarni-energie/solarni-clanky-ve-spreji>
- [28] DOHNAL, Radomír. Francouzi vynalezli nanobarvu vyrábějící elektřinu. In: *Ekologické bydlení* [online]. 29. 12. 2011 [cit. 2013-05-7]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/solarni-energie/nater-ze-solarnich-bunek-vynalezen>
- [29] Psychologie barev. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Psychologie_barev

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ OBRÁZKŮ

- 1-1 HYNEK, Vladimír a Petr KLUČINA. *Válečné lodě: lodě veslové a plachetní do roku 1860*. Praha: Naše vojsko, 1985, s. 9. ISBN 28-053-85.
- 1-2 Soubor:ACMA Relief Lenormant.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 26. 12. 2005, 17:17 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:ACMA_Relief_Lenormant.jpg
- 1-3 S větrem do dálek. In: *Historie web.cz* [online]. 7. 12. 2011 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.historieweb.cz/s-vetrem-do-dalek>
- 1-4 Vrak z Gokstadu 9.stol. Norsko. In: *Historické plachetnice* [online]. 2009- [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://kopape.webnode.cz/products/vrak-z-gokstadu-9-stol-norsko/>
- 1-5 Hanzovní koga (plánek). In: *Www.modely lodí.cz* [online]. 22.12.2012 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.modelylodi.inshop.cz/planky/historickeplachetnice/hanzovnikogaplanek%5B66-002%5D?ItemIdx=7>
- 1-6 Replica Dubrovnik Karaka, Lav (Lion), Lying Croatia. In: *EasternYachts.com: International Yacht Brokerage* [online]. 2000- [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.easternyachts.com/lav/>
- 1-7 Soubor:Spanish Galleon.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 5. 6. 2005, 13:04 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Spanish_Galleon.jpg
- 1-8 Soubor:Battleship1.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 18. 3. 2005, 23:29, 27. 1. 2008, 22:49 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Battleship1.jpg>
- 1-9 Preussen. In: *Go Away Garage* [online]. 4.12. 2011 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://goawaygarage.blogspot.cz/2011/12/preussen.html>
- 2-1 Nebojte se řízení modelu plachetnice: Co pohání plachetnici?. In: *Lodě: články* [online]. 14.4.2005 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.mo-na-ko.net/lode-plachteni.htm>
- 2-2 Nebojte se řízení modelu plachetnice: Závislost vztaku na úhlu náběhu. In: *Lodě: články* [online]. 14.4.2005 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://www.mo-na-ko.net/lode-plachteni.htm>
- 2-3 *Plachetnice*. Aut. kol. ; Ved. kol. J. Vrátný ; Il. Jiří Švec. 1. vyd. Praha : SNTL, 1980. 166 s. (Polytechnická knižnice. Řada 3 : Udělejte si sami ; Sv. 73), s. 28
- 2-4 Keel. In: *Encyclopaedia Britannica: 2010 ultimate* [online]. S.l.: [s.n.], 2009 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/314095/keel>
- 2-5 ROBERTS-GOODSON, Bruce. *BUILD YOUR OWN SAILBOAT* [online]. USA: International marine, 1999, s. 85 [cit. 2013-01-02].
- 2-6 Fiberglass Repairs. In: *Marina Del Rey* [online]. © 2010 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://www.delreymarina.com/services_fiberglass_repairs.html
- 2-7 ROBERTS-GOODSON, Bruce. *BUILD YOUR OWN SAILBOAT* [online]. USA: International marine, 1999, s. 244 [cit. 2013-01-02]

- 2-8 Ferro repair. In: *Boat Design.Net* [online]. 12-28-2005, 11:03 AM [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.boatdesign.net/forums/boat-design/ferro-cement-6683-4.html>
- 2-9 Plachetnice - Elan 431. In: *Chorvatsko apartmány a hotely* [online]. 2004 - 2012 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://www.chorvatsko-ubytovani-apartman.cz/split_plachetnice-elan-431_dovolena.htm
- 2-10 HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011, s. 18. [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
- 2-11 HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011, s. 18. [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
- 2-12 HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011, s. 18. [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
- 2-13 HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011, s. 18. [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
- 2-14 HAACK, Nils. *C-Class Catamaran Wing Performance Optimisation* [online]. Manchester, 2011, s. 48. [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://cfd.mace.manchester.ac.uk/twiki/pub/CfdTm/ResPub261/thesis.pdf>. Thesis for the degree of Master of Philosophy. University of Manchester, School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering
- 2-15 AC45 Wing-Sailed Catamaran Sailing for America's Cup World Series. In: *Sailboats and Sailing the World* [online]. 21.1. 2011 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://sailboats.wordpress.com/2011/01/21/ac45-catamaran-4060/>
- 2-16 GERR, Dave. *Boat mechanical systems handbook how to design, install, and recognize proper systems in boats*. Camden, Me: International Marine/McGraw-Hill, 2009, s. 279. ISBN 978-007-1643-344.
- 2-17 GERR, Dave. *Boat mechanical systems handbook how to design, install, and recognize proper systems in boats*. Camden, Me: International Marine/McGraw-Hill, 2009, s. 282. ISBN 978-007-1643-344.
- 2-18 GERR, Dave. *Boat mechanical systems handbook how to design, install, and recognize proper systems in boats*. Camden, Me: International Marine/McGraw-Hill, 2009, s. 316. ISBN 978-007-1643-344.
- 2-19 GERR, Dave. *Boat mechanical systems handbook how to design, install, and recognize proper systems in boats*. Camden, Me: International Marine/McGraw-Hill, 2009, s. 233. ISBN 978-007-1643-344.
- 3-1 Wally Yacht 143 Esense. In: *Luxist* [online]. 21. 5. 2007 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://www.luxist.com/2007/05/21/wally-yacht-143-esense/>

- 3-2 Performance: 43'new. *Grand Soleil* [online]. 2006 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://grandsoleil.net/model.php?m=43>
- 3-3 Conrad 115 superyacht currently under construction. In: *Boat international* [online]. 30. 1. 2012 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://www.boatinternational.com/2012/01/30/conrad-115-superyacht-currently-under-construction/>
- 3-4 Marlin Yacht: presentation. In: *Cororflot* [online]. 5. 1. 2010 [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: <http://www.cororflot.com/DemetriusTanase/Marlin-Yacht-presentation>
- 3-5 Eryd open 40. *Eryd design* [online]. 2005- [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://www.eryd.com/gallery_eryd40open_3.html
- 3-6 Eryd open 40. *Eryd design* [online]. 2005- [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://www.eryd.com/gallery_eryd40open_3.html
- 3-7 Sailing Yacht ,Maltese Falcon': Luxury Perini Navi yacht. In: *Charter world* [online]. © 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.charterworld.com/index.html?sub=yacht-charter&charter=sailing-yacht-maltese-falcon-1096>
- 3-8 File:Maltese Falcon masts.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 26.3.2008 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Maltese_Falcon_masts.jpg
- 3-9 Hydrofoil Sailing Yacht Designs. In: *A distinctive world* [online]. © 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.adistinctiveworld.net/hydrofoil-sailing-yacht-designs/>
- 3-10 57-meter Super SailYacht „Green Jet“. In: *Yacht Forums* [online]. ©2000 - 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.yachtforums.com/features/t-future-concept-57m-super-sailing-yacht-9115.html>
- 3-11 Radical New Concept: „Split Mast, Swing Sail“. In: *Yacht Forums* [online]. ©2000 - 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.yachtforums.com/forums/general-sailing-discussion/14935-feature-radical-new-sailboat-concept-twin-masted-swing-sail.html>
- 3-12 Radical New Concept: „Split Mast, Swing Sail“. In: *Yacht Forums* [online]. ©2000 - 2013 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.yachtforums.com/forums/general-sailing-discussion/14935-feature-radical-new-sailboat-concept-twin-masted-swing-sail.html>
- 3-13 Létařící jachta: Proč omezovat fantazii. In: *Dream life* [online]. 18.6. 2011 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.dreamlife.cz/magazin-luxusu/lode-letadla/letajici-jachta-proc-omezovat-fantazii/article.html?id=2586>
- 3-14 Létařící jachta: Proč omezovat fantazii. In: *Dream life* [online]. 18.6. 2011 [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://www.dreamlife.cz/magazin-luxusu/lode-letadla/letajici-jachta-proc-omezovat-fantazii/article.html?id=2586>
- 4-1 autorský obrázek
- 4-2 autorský obrázek
- 4-3 autorský obrázek
- 4-4 autorský obrázek
- 4-5 autorský obrázek
- 4-6 autorský obrázek
- 4-7 autorský obrázek
- 4-8 autorský obrázek
- 4-9 autorský obrázek

4-10 autorský obrázek
4-11 autorský obrázek
4-12 autorský obrázek
4-13 autorský obrázek
4-14 autorský obrázek
4-15 autorský obrázek
4-16 autorský obrázek
5-1 autorský obrázek
5-2 autorský obrázek
5-3 autorský obrázek
5-4 autorský obrázek
5-5 autorský obrázek
6-1 autorský obrázek
6-2 autorský obrázek
6-3 autorský obrázek
6-4 autorský obrázek
6-5 autorský obrázek
6-6 autorský obrázek
7-1 autorský obrázek
7-2 autorský obrázek
7-3 autorský obrázek
7-4 autorský obrázek
7-5 autorský obrázek
7-6 autorský obrázek
8-1 autorský obrázek
8-2 autorský obrázek
8-3 autorský obrázek
8-4 autorský obrázek

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr.

Obr. 1-1 egyptská loď	19
Obr. 1-2 reliér řecké triéry	20
Obr. 1-3 athénská triéra	20
Obr. 1-4 vikinský langskip	21
Obr. 1-5 koga	22
Obr. 1-6 karaka	22
Obr. 1-7 španělská galeona	23
Obr. 1-8 řadová loď HMS Victory	24
Obr. 1-9 německý plnoplachetník Preussen	26
Obr. 2-1 síly působící na plachty (V - vztlak, R - odpor, F - výsledná síla působící na plachtu, Tp - aerodynamické těžiště plachty)	27
Obr. 2-2 závislost vztlaku a odporu na úhlu náběhu	27
Obr. 2-3 stabilita člunu	28
Obr. 2-4 různé typy kýlů	29
Obr. 2-5 dřevěný trup lodi	29
Obr. 2-6 poškozená laminátová loď	30
Obr. 2-7 trup z ocelových plátů	30
Obr. 2-8 trup z ferocementu	31
Obr. 2-9 klasické oplachtění	31
Obr. 2-10 obtékání plachty vzduchem	32
Obr. 2-11 obtékání křídla vzduchem	32
Obr. 2-12 rozložení tlaku na plachtu	32
Obr. 2-13 rozložení tlaku na křídlo	32
Obr. 2-14 křídlo a jeho součásti	32
Obr. 2-15 katamarán poháněný křídlem	33
Obr. 2-16 ventil pro umístění v podponorové části trupu	33
Obr. 2-17 filtry	33
Obr. 2-18 schéma rozvodu vody	34
Obr. 2-19 typická instalace větrání a proudění vzduchu	35
Obr. 3-1 Wally 143 Esense	37
Obr. 3-2 Grand Soleil 43	37
Obr. 3-3 Conrad 115 - šedá varianta	38
Obr. 3-4 loď s vytaženými postraními křídélky	39
Obr. 3-5 netradiční barevné řešení se zelenými doplňky	39
Obr. 3-6 klasické bílé provedení	39
Obr. 3-7 Maltese Falcon pod plnými plachtami	40
Obr. 3-8 zarovnaná ráhna bez plachet	40
Obr. 3-9 jachta v plné rychlosti – vznáší se nad vodou	41
Obr. 3-10 Green Jet	41
Obr. 3-11 celkový boční pohled	42
Obr. 3-12 jachta s vytaženou přídavnou plachtou	42
Obr. 3-13 jachta při přenastavování křídel	42

Obr. 3-14	jachta v módu pro plavbu	42
Obr. 4-1	první návrh - inspirace žaluziemi	44
Obr. 4-2	druhý návrh - inspirace vějířem	44
Obr. 4-3	první návrh - skasané křídlo	45
Obr. 4-4	druhý návrh - skasané křídlo	45
Obr. 4-5	široký trup, pohled shora	45
Obr. 4-6	úzký trup, pohled shora	45
Obr. 4-7	koncepční modely variant	46
Obr. 4-8	nástavba 1	47
Obr. 4-9	nástavba 2	47
Obr. 4-10	nástavba 3	47
Obr. 4-11	nástavba v 3D 1	47
Obr. 4-12	nástavba v 3D 2	47
Obr. 4-13	otevřený kokpit	48
Obr. 4-14	uzavřený kokpit	48
Obr. 4-15	finální varianta zepředu	48
Obr. 4-16	finální varianta zezadu	48
Obr. 5-1	rozvržení interiéru	49
Obr. 5-2	členění kokpitu	50
Obr. 5-3	ovládací prvky na kormidle	51
Obr. 5-4	vyklopená plošina	52
Obr. 5-5	sklopená plošina	52
Obr. 6-1	samotný tvar trupu	54
Obr. 6-2	křídlo - pohled na horní ráhno	55
Obr. 6-3	nástavba	56
Obr. 6-4	kokpit	57
Obr. 6-5	pohled do útrobu sklopené plošiny	58
Obr. 6-6	otevřená koupací plošina	58
Obr. 7-1	hlavní rozměry lodi	59
Obr. 7-2	geometrie trupu	60
Obr. 7-3	hydraulické schéma	61
Obr. 7-4	předpokládaná poloha křídel vůči větru	62
Obr. 7-5	zapojení fotovoltaiky	62
Obr. 7-6	rozmístění nádrží	63
Obr. 8-1	zvolená barva trupu	65
Obr. 8-2	křídla zblízka	66
Obr. 8-3	grafický prvek na trupu	67
Obr. 8-4	grafika na křídle	68

SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený poster (A4)
fotografie modelu (A4)
poster A1
model

Plachetnice

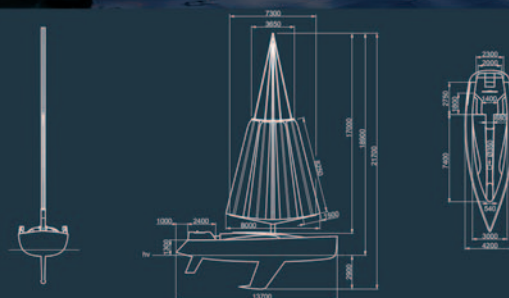
sumarizační poster



Technika



Plachetnice je poháněna křídlem namísto plachty. Toto křídlo je ovládáno pomocí hydrauliky a umožňuje tak částečné skasání oplachtění. Křídla jsou posazena na otočném stěžni, který může rotovat 360° kolem své osy. Křídla jsou symetrická (při pohledu shora) a obsahují natáčecké klapky, díky tomu může loď plout stejně efektivně jak na pravoboční, tak levoboční vítr.



Ergonomie



Tím, že jsou křídla ovládaná hydraulicky, mají centrální ovládání umístěno na dosah kormidelníka a všechna elektronika a hydraulika vede pod palubou a vnitřkem stěžně, uvolní se tak značný prostor na palubě, který je na klasických plachetnicích vyhrazen pro lanová, vinšy a další nezbytné příslušenství k ovládání plachet.



Design



Loď je navržena ve světlé, stříbrné šedo modré barvě s teakem vykládanou palubou a bílými doplňky. Na zádi je vybavena výklopným zábradlím a velkou koupací plošinou se schůdky do vody.



Plachetnice

technický poster



Křídla



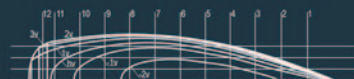
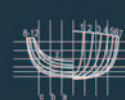
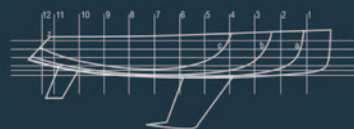
Celý systém oplachtění sestává ze čtyř lamel, kde každá lamela má profil křídla. Tyto lamely se pohybují po kruhových výsedcích a navíc je každá lamela samostatně otočná, díky čemuž se každé křídlo natáčí k větru individuálně a loď tak tvoří jakýsi vícestěžník. Křídla jsou posazena na otočném stěžni, který může rotovat 360° kolem své osy. Celý systém je poháněn hydraulikou.



Trup



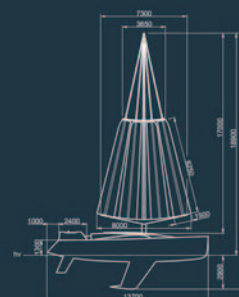
Základní geometrie trupu vychází z dostupných plánů lodi a z hlavních parametrů plachetnice Grand Soleil 43'. V návrhu jsou zachovány obecné poznatky o tvarosloví trupu, jako je úhel výstupu přídě a zádě z vody, posazení křídla a podobné.



Rozměry



Loď je dlouhá 14 m, šířka v nejširším místě činí 4,2 m. Ponor je 2,9 m, výška stěžně nad hladinou je 18,9 m. Délka zkosení zádě je 1,45 m, výška nástavby nad palubou je cca 0,5 m a její délka je 7,4 m. Z objemu podponorové části trupu vyplývá, že loď má výtlačk přibližně 12 tun.



Plachetnice

ergonomický poster



Ovládání



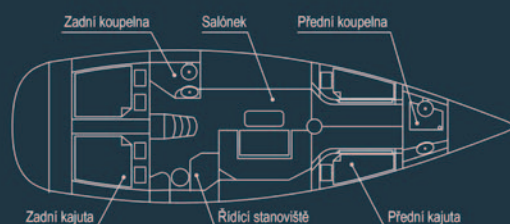
Kormidelní kolo je hodně velké, aby se loď snáze ovládala i ze stran. V jeho středu je umístěno kolo k ovládání křídel a stěžně. Pomocí středových tlačítek si můžeme navolit, které křídlo chceme ovládat, případně je možné ovládat více či všechna křídla najednou. V samotném středu se nachází bezpečnostní tlačítko pro nouzové vypnutí hydrauliky. Stěžně pak volně rotuje a stáčí se samovolně po větru.



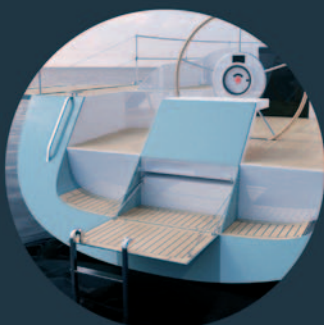
Obytná zóna



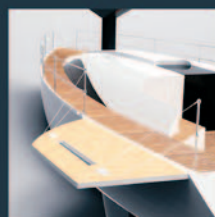
Nejvíce obývanou částí lodi je kokpit a pak vnitřní prostory. Sedačky v kokpitu umožňují sezení až pro tři osoby na každé straně. Sezení pro kormidelníka je výrazně jednodušší, bez opěrek. Po obou stranách kormidelního kola je dostatek místa, aby bylo možno plachetnici pohodlně řídit i v případě, že pluje pod velkým náklonem a kormidelník je tak nucen ovládat loď z boku.



Plošiny



V zadní části lodi se nachází boční výklopné plošiny, které slouží jako přidavný prostor pro opalování a odpočinek. Využívají se ale pouze v případě, kdy loď bezpečně kotví. Při plavbě jsou plošiny složeny a slouží jako zábradlí. Na zádi je pak umístěna další výklopná plošina, odkud je přístup do moře.



Plachetnice

designérský poster



Barva



Navržená plachetnice je stříbřitě šedo modrá, s bílými doplňky a přírodní teakovou palubou. Stříbřitě šedá je neutrální barva, modrá příměs jí dodává lehce studený nádech a tak subjektivně působí chladněji, což může být v rozpáleném Středomoří výhodou.



Tvar



Základní tvarování lodi a všech prvků, které se zde nacházejí, vychází z funkce jednotlivých částí lodi. Mezi nejvíce funkčně tvarovanou částí lodi patří trup plachetnice. Volně tvarovaný je zejména kokpit, záď a nástavba.



Grafika



Plachetnice je opatřena jemnou grafikou ve formě nápisu a proužku. Grafika je aplikována na loď ve dvou místech, a to na trup a na křídle. Na trup se nápis nachází na přídi a navazuje na něj tenký proužek, který se táhne po boku celé lodi. Druhé vyhotovení stejné grafiky se nachází na jednom z křídel takeláže. Písmo i pruh jsou zde orientovány svisle.

